



Jahresbericht 2018 | 2019  
**Institut für Zuckerrübenforschung**

[www.ifz-goettingen.de](http://www.ifz-goettingen.de)



<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>Berichte aus der Forschung</b>	<b>7</b>
Ereignisreiche Jahre 2014 – 2018: Gab es Auswirkungen auf die Fruchtfolgen mit Zuckerrüben?	7
Aktuell in der Diskussion: Biodiversität! Und auf Zuckerrübenfeldern?	10
Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Bodenstruktur und den Stickstoffhaushalt von Zuckerrüben und Silomais im ersten sowie Winterweizen im zweiten Folgejahr	13
Einfluss von Fruchtfolge und Rübenblattdüngung auf den organischen Bodenkohlenstoffvorrat	16
SmartBeet - Sensorsystementwicklung für ein verletzungsarmes Roden	19
Textureigenschaften und Lagerung von Zuckerrüben	22
Reaktion von Zuckerrüben genotypen auf Trockenstress	24
Koordinierte Forschung – Streifenversuche <i>Rhizoctonia solani</i>	26
Verbreitung von Vergilbungsviren in Deutschland und Europa und deren Einfluss auf den Bereinigten Zuckerertrag	28
Das „Syndrome des basses richesses“ in Zuckerrüben	32
Verbünde dich mit deinen Feinden: Zuckerrübenviren helfen bei der Effizienzsteigerung von neuen Züchtungstechnologien (Genomeditierung mittels CRISPR/Cas)	35
Neue Sensorik zieht ins IfZ ein	37
Anwendung multispektraler Drohnenfernerkundung zur Erkennung der Cercospora-Blattfleckenkrankheit im Sortenversuchswesen	40
<b>Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche</b>	<b>42</b>
Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise	42
Ringversuch Fungizide – Resistenzmanagement	45
Ringversuch Herbizide	47
Sortenversuch – Lagerung	49
<b>Schlaglichter aus dem IfZ</b>	<b>52</b>
Öffentlichkeitsarbeit	52
Ausgezeichnet	53
Kompetenznetzwerk für Digitalisierung in der Landwirtschaft	54
Lehre am IfZ	55
<b>Publikationen aus dem IfZ</b>	<b>57</b>
<b>Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland</b>	<b>70</b>
<b>Anhang</b>	<b>75</b>
Gremien	75
Koordinierte Versuchsvorhaben	78
Arbeitsgebiete des Instituts für Zuckerrübenforschung	80
<b>Danksagung</b>	<b>81</b>



Als zentrale Institution mit der Aufgabe, wissenschaftliche und technische Forschung für einen nachhaltigen und zukunftsfähigen Zuckerrübenanbau durchzuführen und zu gestalten, sind die Themen, die durch die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen am Institut für Zuckerrübenforschung gemeinsam mit einem Netzwerk von Partnern aus Wissenschaft, Industrie, Praxis und öffentlichem Dienst adressiert werden sehr vielfältig. Der aktuelle Jahresbericht bietet Ihnen traditionell einen Einblick in ausgewählte Aspekte der wissenschaftlichen und technischen Forschung und in den Alltag am Institut. Sie erhalten einen Überblick über aktuelle Kennzahlen aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau, zur Arbeit des Koordinierungsausschusses und zu den koordinierten Versuchen sowie zu Publikationen und Aktivitäten aus dem IfZ.

Die Jahre 2018 und 2019 werden vielen als besondere Jahre für die Landwirtschaft in Erinnerung bleiben - geprägt von schwierigen und wechselnd extremen Witterungsverhältnissen. Die lang anhaltende Trockenheit mit teils starker Hitze hat im Zuckerrübenanbau und im Versuchswesen zu kritischen Situationen geführt. Hinzu kamen deutliche Veränderungen in den Rahmenbedingungen, wobei insbesondere der Wegfall der Neonicotinoiden-Beizung und anderer Wirkstoffe neue Strategien im Anbau erfordert. Dies in Verbindung mit einer zunehmend kritischen Einschätzung der Landwirtschaft durch die Gesellschaft, auch aufgegriffen in dem Diskussionspapier des Bundes zur Ackerbaustrategie und dem kürzlich veröffentlichten Papier der EU zum Green Deal, macht deutlich, dass wir gemeinsam den Anbau der Zukunft gestalten und Lösungen für Herausforderungen insbesondere im Bereich der Nachhaltigkeit, des Klimaschutzes und des Pflanzenschutzes entwickeln müssen. Die Zuckerrübe ist hier grundsätzlich gut aufgestellt und ein wichtiger Bestandteil vielfältiger Fruchtfolgen und Agrarökosysteme.

Die Themenfelder der Forschung am IfZ sind sehr vielfältig und bewegen sich von der Grundlagenforschung im molekularbiologischen Bereich oder zu neuen Züchtungstechnologien, über Feldforschung zum Einfluss von Fruchtfolge und Zwischenfruchtanbau oder zur Auswirkung von Trockenstress auf Zuckerrübensorten bis hin zu systemorientierten Betrachtungen der Anbausituation. Hierbei kommt entlang aller Fragestellungen digitalen Technologien mehr Bedeutung zu. Eine exemplarische Aufzählung, die hier nur einen Ausschnitt der Vielfalt an Themen und Methoden aufzeigen kann.

Aktuelle Forschungsfragen rund um den Zuckerrübenanbau wurden 2019 mit sehr großer Resonanz auf der Göttinger Zuckerrüben taggedung vorgestellt und rege diskutiert. Mit ca. 340 Teilnehmern eine wichtige Veranstaltung für den Wissenstransfer und Möglichkeit zum fachlichen Austausch und Netzwerken. Die nächste Zuckerrüben taggedung für das Jahr 2021 ist bereits in Planung. Es bleibt abzuwarten, wie sich das nächste Jahr entwickelt.

Durch das große Engagement der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Rahmen der Lehre im Studiengang Agrarwissenschaften an der Universität Göttingen und bei der Ausbildung von Agrarwissenschaftlich-technischen Assistenten (ATA) kommt der Nachwuchsarbeit ein großer Stellenwert zu. Ein Leuchtturmmodul ist sicherlich das sehr gut angenommene Modul Agribusiness Sugar Beet, bei dem jährlich

## Einleitung

Studierende, Doktoranden und Berufsanfänger oder -einsteiger aus Industrie und Beratung in 14 Tagen alles rund um die Zuckerrübe lernen, Göttingen für sich entdecken und den persönlichen Austausch pflegen.

Das hier Vorgestellte ist nur möglich durch den gemeinsamen Einsatz aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am IfZ, die mit viel Leidenschaft und Expertise ihrer Tätigkeit nachkommen und neue Impulse für den Zuckerrübenanbau geben, und durch Kooperationen und Austausch auf unterschiedlichen Ebenen. Wir freuen uns, Sie mit dem vorliegenden Jahresbericht informieren zu können und danken allen Partnern und Unterstützern für die konstruktive Zusammenarbeit!

Göttingen im Juli 2020



## Ereignisreiche Jahre 2014 – 2018: Gab es Auswirkungen auf die Fruchtfolgen mit Zuckerrüben?

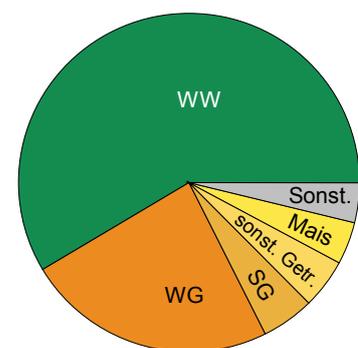
Während der vergangenen fünf Jahre änderten sich einige Rahmenbedingungen für den Zuckerrübenanbau und den Ackerbau insgesamt. Seit 2015 sind im Zusammenhang mit den beihilfefähigen Flächen eines Betriebes ökologische Vorrangflächen auszuweisen, was im Zuckerrübenanbau zu einer Steigerung des Zwischenfruchtanbaus führte (auf über 60 % der Flächen, Entwicklung s. Kennzahlen, S. 70). Zugleich stieg der Anteil mit Zwischenfruchtmischungen auf mehr als ein Drittel der Zuckerrübenfläche. Die neue Düngeverordnung trat 2017 in Kraft. Und für den Zuckermarkt entfiel 2017 die Quotenregelung (EU-Zuckerpolitik). In der Folge stieg die Rübenanbaufläche in Deutschland zwischen 2015 und 2018 um über 100.000 ha.

Seit 2010 sind aus einer deutschlandweiten Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau die Daten zu Fruchtfolge und Anbauabstand von über 300 jährlich wechselnden Betrieben verfügbar. Anhand der Ergebnisse 2014 bis 2018 aus dieser Befragung wurde geprüft, ob sich die gestiegene Rübenanbaufläche auf die Fruchtfolgegestaltung auswirkte. Unverändert sind reine Getreide-Fruchtfolgen und Winterweizen als direkte Vor- und Nachfrucht von Zuckerrüben bundesweit am häufigsten. Auf dem überwiegenden Anteil der Flächen wurden die Zuckerrüben erst wieder nach mindestens drei Jahren Pause angebaut.

Aus den Daten für die fünf Anbaujahre 2014 bis 2018 gehen einerseits die vor und nach Zuckerrüben angebaute Kulturen und andererseits der Abstand zum vorherigen Zuckerrübenanbau hervor. Als Vorfrucht hatte Winterweizen bundesweit mit 59 % den größten Anteil, gefolgt von Wintergerste mit 24 % (Abb.1A). Bei den direkten Nachfrüchten dominierte klar der Winterweizen mit über 70 % in jedem Jahr, gefolgt von Mais, Sommergetreide und Kartoffeln mit jeweils unter 10 % (Abb. 1B).

Bei der Analyse der Anbaupause zwischen den Zuckerrüben-Anbaujahren traten regionale Besonderheiten hervor. Die Betriebe wurden in drei Gruppen zusammengefasst: Entweder erfolgte der Zuckerrübenanbau mit zwei Jahren Anbaupause, nach drei Jahren Pause oder nach vier und mehr Jahren Anbaupause. In den norddeutschen Bundesländern (SH, NI) überwog eine 2-jährige Anbaupause. In der Region Süd (RP, HE, BW, BY) und Region West (NW) überwog hingegen eine Anbaupause von 4 oder mehr Jahren, wobei allerdings alle drei Gruppen ähnlich häufig vertreten waren (Abb. 2). Davon unterschied sich die Region Ost (MV, BB, ST, SN, TH) sehr deutlich, denn hier wiesen 78 % der Felder eine Anbaupause von vier oder mehr Jahren auf.

A: Vorfrucht



B: Nachfrucht

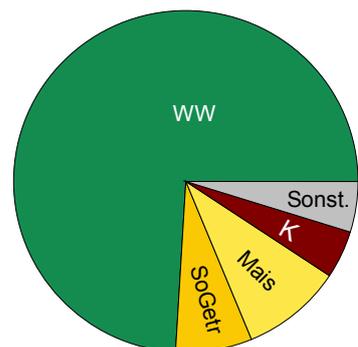


Abb. 1: Direkt vor Zuckerrüben angebaute Kulturarten (A) und nach Zuckerrüben angebaute Kulturen (B); WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, SG = Sommergerste, sonst. Getr. = sonstiges Getreide, SoGetr = Sommergetreide, M = Mais, K = Kartoffeln, Sonst. = Sonstiges; Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau, 2014-2018, n = 1708.

Betrachtet man die Entwicklung der verschiedenen Anbaupausen über die Zeit, so fällt der gesunkene Anteil der 2-jährigen Anbaupause von über 30 % im Jahre 2014 auf 23 % im Jahr 2018 auf (Abb. 3). Die in den Jahren 2015 bis 2018 gestiegene Anbaufläche schlägt sich hier offensichtlich in veränderten Anbaupausen nieder. Die Ausweitung der Anbaufläche hat auf Feldern stattgefunden, auf denen zuvor noch nie oder für längere Zeit keine Zuckerrüben angebaut wurden. Daher sinkt der Anteil der 2-jährigen Anbaupause zugunsten der längeren Anbaupausen.

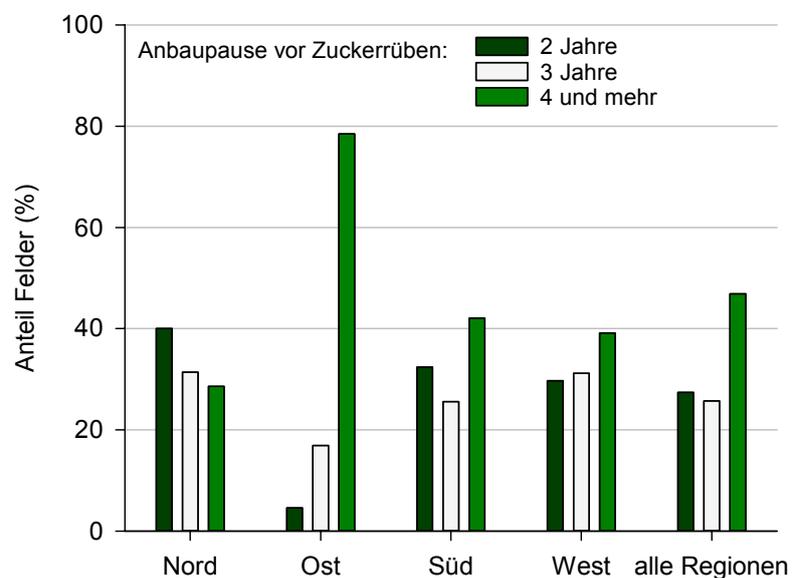


Abb. 2: Zuckerrüben-Anbaupause in verschiedenen Regionen, Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau, 2014-2018, n = 1711.

Bei kürzeren Anbaupausen sind Ertragsverluste zu erwarten durch ein verstärktes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen. Umgekehrt kann man von verlängerten Anbaupausen einen positiven Einfluss auf den Krankheits- und Schädlingsdruck und vielleicht einen höheren Ertrag erhoffen. Die Ergebnisse aus der Betriebsbefragung zeigten diese Effekte jedoch nicht. Tatsächlich fiel der Zuckerertrag in allen Regionen sogar etwas geringer aus nach einer 4- und mehrjährigen Anbaupause (nicht dargestellt). Außer in der Region Ost konnte der jeweils höchste Zuckerertrag nach einer 3-jährigen Anbaupause verzeichnet werden. Jedoch waren die Unterschiede im Mittel der drei Gruppen insgesamt gering, insbesondere im Vergleich zur Variation innerhalb eines Jahres. Ursachen für die Ertragsvariation innerhalb eines Jahres und einer Region können vielfältig sein. Dazu gehören unter anderem die Variationen in den jährlichen Niederschlagsmengen und regional unterschiedliche Aussaatzeitpunkte bedingt durch die jeweiligen kli-

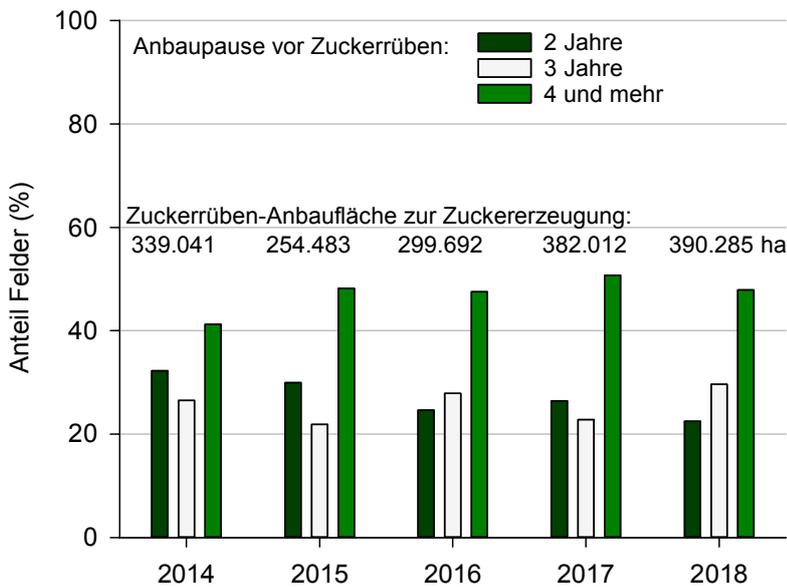


Abb. 3: Entwicklung der Zuckerrüben-Anbaupause, Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau, 2014-2018, n = 1711.

matischen Verhältnisse, woraus sich eine längere oder kürzere Vegetationsdauer ergeben kann. In der Region Ost sind die betrieblichen Voraussetzungen deutlich anders, bedingt durch die historisch geprägten besonderen Betriebsstrukturen, verbunden mit der angepassten technischen Ausstattung der Betriebe. Der Rapsanteil ist in Zuckerrübenfruchtfolgen in der Region Ost trotz erheblichen Rückgangs in den letzten Jahren immer noch doppelt so hoch wie in anderen Regionen. Raps in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben stellt besondere Anforderungen an Unkrautmanagement und Nematodenkontrolle.

In der aktuellen gesellschaftspolitischen Debatte um die Ausrichtung des zukünftigen Ackerbaus wird die Rückbesinnung auf altbekanntes pflanzenbauliches Wissen gefordert und in diesem Zusammenhang auch häufig die Fruchtfolge erwähnt. Im Zuckerrübenanbau sind die Berücksichtigung von angemessenen Anbaupausen und der Wechsel zwischen Halm- und Blattfrüchten sowie zwischen Sommerungen und Winterungen gängige Praxis. Allerdings kann man gespannt auf neue Vorfrucht-Kombinationen oder Fruchtfolgeglieder sein, die sich vielleicht aus der jetzigen Diskussion, den Anforderungen an Klima- oder Artenschutz und sich weiterhin ändernden Rahmenbedingungen ergeben.

Projektbearbeitung: Nicol Stockfisch, Christel Roß und Kerrin Trimpler

## Aktuell in der Diskussion: Biodiversität! Und auf Zuckerrübenfeldern?

Der Weltbiodiversitätsrat (IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) veröffentlichte im Mai 2019 einen alarmierenden Bericht zum Rückgang der Artenvielfalt. Der Rückgang muss gestoppt werden, besser noch, die Biodiversität sollte sich wieder positiv entwickeln. Auch die Landwirtschaft steht hier in der Pflicht, denn die an eine ackerbauliche Nutzung angepassten Arten sind ebenfalls vom Rückgang betroffen.

Rund ein Drittel der Landfläche in Deutschland ist Ackerland. Im Zusammenhang mit dem Rückgang der Biodiversität sind seit 2017 neue Fragen in der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau integriert, die sich auf Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität beziehen. Die jährliche Befragung auf über 300 Betrieben deutschlandweit zeigt eine große Vielfalt an unterschiedlichen Maßnahmen zur Unterstützung der Artenvielfalt. Dabei wurde sowohl nach Maßnahmen auf dem größten Zuckerrübenschlag als auch nach Maßnahmen ganz allgemein im Betrieb gefragt. Die am häufigsten durchgeführten Maßnahmen auf den befragten Betrieben waren mit jeweils 35 % die Anlage von Blüh- und Brachestreifen (Tab. 1). Auch im Zusammenhang mit dem größten Zuckerrübenschlag nannten 10 % der Betriebe die Anlage eines Blühstreifens als häufigste Maßnahme zur Biodiversitätsförderung. Die genaue Ausgestaltung dieser Maßnahmen wurde nicht abgefragt, wird aber zukünftig im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes und damit zur Förderung von Nützlingen von besonderem Interesse sein. Weitere häufig vorkommende Maßnahmen auf den Betrieben allgemein waren die Errichtung von Sitzstangen für Raubvögel, gefolgt von der Anlage von Altgrasstreifen im Extensivgrünland sowie dem Anbringen von Nistkästen. Für schlagbezogene Maßnahmen gab es ähnliche Prioritäten: Nach den Blühstreifen wurden die Anlage von Brachestreifen auf 6 % der Zuckerrübenfelder sowie mit 4 % das Aufstellen von Sitzstangen am häufigsten genannt. Jeweils unter 2 % lagen die Einrichtung von Feldlerchenfenstern, das Anbringen von Nistkästen, die Anlage von Kiebitzinseln und die Neuanlage von Hecken als biodiversitätsfördernde Maßnahmen am Zuckerrübenschlag. Hier kann sich zukünftig noch einiges entwickeln.

Tab. 1: Die am häufigsten genannten biodiversitätsfördernden Maßnahmen in den Betrieben und auf dem größten Zuckerrübenschlag (in % aller befragten Betriebe), Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2017-2018, n = 636.

	Blühstreifen	Brachestreifen	Sitzstangen	Altgrasstreifen	Nistkästen	Feldlerchenfenster	Neuanlage Hecken	Kiebitzinseln
Betrieb	35,1	35,1	16,2	13,4	11,9	7,7	4,2	0,8
Schlag	9,9	6,3	4,4	0,6	1,1	1,6	0,8	0,5

Eine Entwicklung zu erwarten ist auch auf den 38 % der Betriebe, die keinerlei Maßnahmen für ihren Betrieb nannten. Während 16 % der Betriebe angaben, zumindest eine Maßnahme durchzuführen, setzten 45 % zwei oder mehr Aktionen zur Förderung der Biodiversität auf ihrem Betrieb um (Abb. 1).

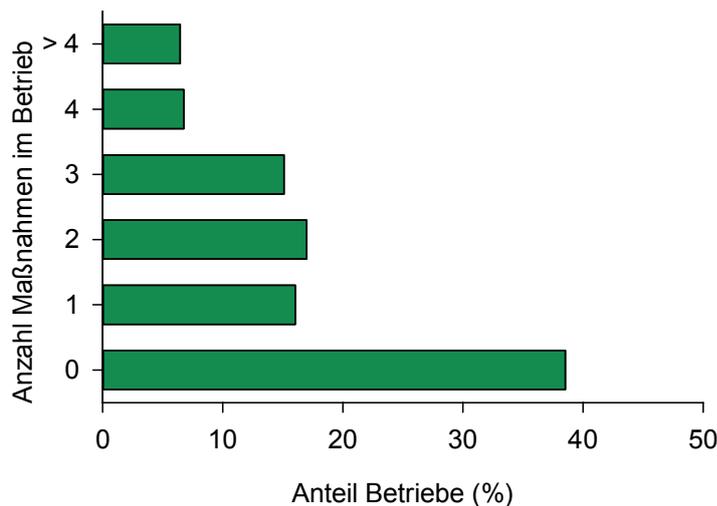


Abb. 1: Anzahl der biodiversitätsfördernden Maßnahmen je Betrieb, Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2017-2018, n = 636.

In der Ausgestaltung der Maßnahmen waren die Landwirte durchaus kreativ: Die Nennungen reichten von Neuaufforstungen über die Anlage von Hamsterstreifen bis hin zum Anbringen von Fledermauskästen oder zum Anpflanzen von Streuobstwiesen sowie diverse weitere Maßnahmen zur Biodiversitätsförderung auf dem jeweiligen Zuckerrübensschlag oder in ihrem Betrieb (Abb. 2).



Abb. 2: Zusammenfassung aller genannten Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität in Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2017, n = 329.

## Berichte aus der Forschung

Zukünftig wäre neben allgemeinen Maßnahmen auch verstärkt die gezielte Förderung bestimmter gefährdeter Arten in den Regionen denkbar, in denen sie noch ausreichend vorhanden sind und für die der Zuckerrübenanbau eine wertvolle Nische darstellt. Zur Unterstützung der gezielten Förderung wäre ein Monitoring der Artenentwicklung wertvoll, um einen Erfolg von zielgerichteten Maßnahmen zu demonstrieren und gegebenenfalls durch eine weitergehende Anpassung der Maßnahmen deren Wirksamkeit im Zuckerrübenanbau zu erhöhen.



Projektbearbeitung: Christel Roß, Kerrin Trimpler, Nicol Stockfisch

## Einfluss von Zwischenfrüchten auf die Bodenstruktur und den Stickstoffhaushalt von Zuckerrüben und Silomais im ersten sowie Winterweizen im zweiten Folgejahr

Zwischenfrüchten werden viele positive Eigenschaften wie Unkrautunterdrückung, N-Aufnahme aus dem Boden und damit Verminderung der Nitratauswaschung, verbesserte Wasserinfiltration, Erosionsschutz oder eine höhere biologische Aktivität im Boden zugeschrieben. Es wird auch erwartet, dass sie zu einer Reduzierung von Treibhausgas-Freisetzungen aus der Landwirtschaft beitragen.

Im Verbundprojekt THG-ZwiFru werden an den Versuchsstandorten Kiel, Wulfsode bei Uelzen, Göttingen und Hohenheim mehrjährige Systemanbauversuche mit den Zwischenfrüchten Sommerwicke, 2x Ölrettich, Rauhafer und Winterroggen sowie einer Variante Brache angelegt (Vorfrucht Erbse oder Wintererbsen). In Kiel und Wulfsode liegt der Untersuchungsschwerpunkt in der ersten Folgekultur bei Silomais, in Göttingen und Hohenheim bei Zuckerrübe. Darauf folgend wird an allen Standorten einheitlich Winterweizen angebaut. Die N-Düngung der Folgekulturen findet in vier Intensitäten statt. Projektpartner sind neben dem IfZ die Universitäten Kiel, Hohenheim, Göttingen, das Thünen-Institut, die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und die P.H. Petersen Saatzeitung Lundsgaard.



*Versuchsanlage in Hevensen bei Göttingen: Im Vordergrund sind Datenlogger zur Messung von Bodentemperatur und -feuchtigkeit zu erkennen, im Hintergrund Hauben zur N<sub>2</sub>O-Messung.*

Der Schwerpunkt des Instituts für Zuckerrübenforschung liegt darin, die Leistung der Zwischenfrüchte hinsichtlich Nitratauswaschung, einer möglichen N-Nachlieferung bzw. Freisetzung in den Folgefrüchten und der Bodenstruktur zu untersuchen. Um diesen Fragen nachzugehen, wurden in festen Abständen u. a. Zwischenernten, zum Teil mit Wurzeluntersuchungen, N<sub>min</sub>-Beprobungen sowie nicht destruktive Messungen

(u. a. Blattflächenindex, Chlorophyllgehalt, Spektralaufnahmen) in allen angebauten Kulturen durchgeführt.

In zwei weiteren Satellitenversuchen wurde untersucht, inwieweit mit Hilfe von drohnenbasierten Spektralaufnahmen die oberirdische Biomassebildung und N-Aufnahme von Zwischenfrucht-Reinsaaten so-

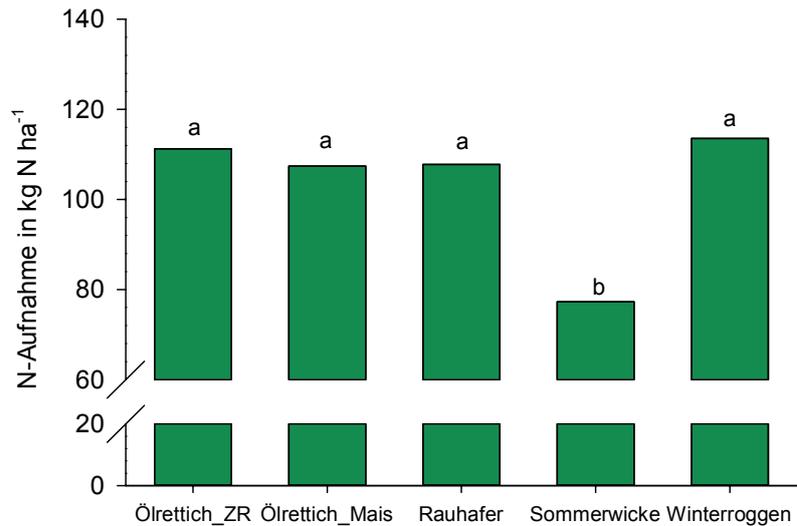


Abb. 1: N-Aufnahmen der Zwischenfrüchte in Hevensen, Jahr 2018. Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Differenzen ( $p < 0,05$ , Tukey).

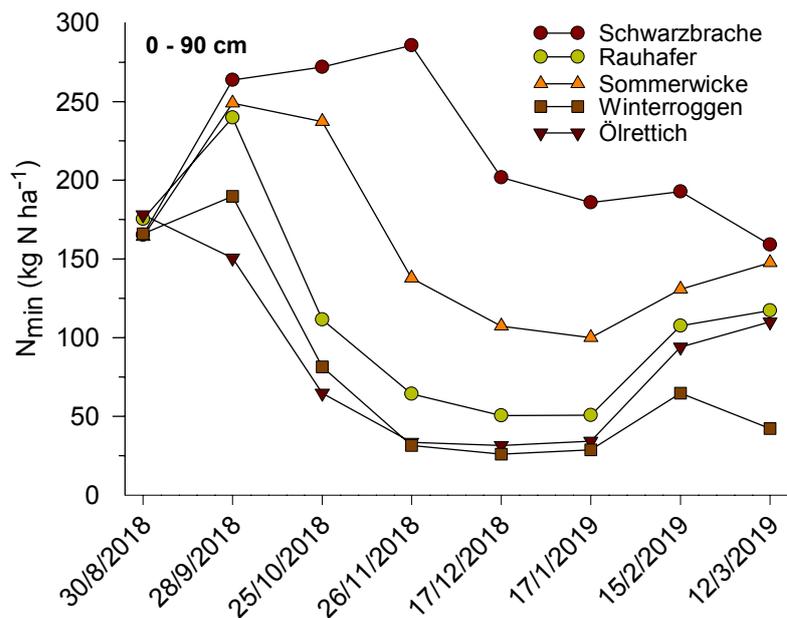


Abb. 2: Verlauf der  $N_{min}$ -Werte 0-90 cm unter Schwarzbrache und vier Zwischenfrüchten am Standort Hevensen 2018/19.

wie Mischungen abgeschätzt werden kann und welchen Einfluss das Mulchen einer Zwischenfrucht (Ölrettich) zu Vegetationsende auf den  $N_{\min}$ -Verlauf sowie die Freisetzung von Lachgas hat.

Erste Ergebnisse aus dem Jahr 2018 bestätigen mit N-Aufnahmen bei Ölrettich, Rauhafer und Winterroggen von ungefähr  $110 \text{ kg ha}^{-1}$  und Sommerwicke von ca.  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  (Abb. 1) sowie unter Berücksichtigung der  $N_{\min}$ -Werte von Herbst 2018 bis Frühjahr 2019 (Abb. 2), dass Zwischenfruchtanbau zu einer Minderung von Nitratauswaschung führt.

Auffällig war, dass die angebauten Zwischenfrüchte unterschiedliche Effekte auf den  $N_{\min}$ -Verlauf hatten. Unter Winterroggen sank der Vorrat an mineralischem Stickstoff kontinuierlich bis Dezember ab und blieb bis März unterhalb von  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Dagegen stiegen die  $N_{\min}$ -Werte unter den Sommerzwischenfrüchten ab Dezember wieder an und erreichten unter Sommerwicke ca.  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ , unter Rauhafer  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  und Ölrettich  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  (Abb. 2).

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.



*Gemenge mit Rauhafer und Sommerwicke im Satellitenversuch Mengershausen, Jahr 2019.*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektbearbeitung: Alexander Stracke, Heinz-Josef Koch

## Einfluss von Fruchtfolge und Rübenblattdüngung auf den organischen Bodenkohlenstoffvorrat

**Die Fruchtfolge beeinflusst den Vorrat an organischem Kohlenstoff ( $C_{org}$ ) im Boden zum einen über die in den Boden eingebrachte Menge organischer Substanz und deren Qualität. Zum anderen bestimmen die kulturartspezifische Intensität, die Häufigkeit und die Zeiträume der Bodenbearbeitungsmaßnahmen die Mineralisations- und Dekompositionsrate der organischen Substanz. Aufgrund der intensiven Bodenbearbeitung zu Hackfrüchten in zurückliegenden Dauerfeldversuchen weisen die Richtwerte der VDLUFA Humusbilanzierung für Zuckerrüben hohe negative Humusreproduktionskoeffizienten aus.**

Die praxisübliche Bodenbearbeitungsintensität zu Zuckerrüben hat sich in den vergangenen Jahren deutlich reduziert, es liegen jedoch keine Daten zum Einfluss von Zuckerrüben auf den  $C_{org}$ -Vorrat und diesen Bedingungen vor. Um Veränderungen des  $C_{org}$ -Vorrates nachzuweisen, sind aufgrund der hohen zeitlichen und räumlichen Variation meist mehrere Jahrzehnte Versuchslaufzeit notwendig. Dies verleitet oftmals zu der Annahme, dass der  $C_{org}$ -Gehalt ein Parameter ist, welcher nicht sensibel auf veränderte Anbaubedingungen reagiert. Neuere Untersuchungen zeigen aber, dass durch die Anlage von Messwiederholung eine statistische Absicherung von Differenzen im  $C_{org}$ -Gehalt auch nach kurzer Versuchslaufzeit (zwei bis drei Jahre) möglich ist. Dies haben wir zum Anlass genommen, um im Systemversuch Fruchtfolge Harste den  $C_{org}$ -Vorrat unterschiedlicher Fruchtfolgen und Rübenblattdüngungsvarianten zu prüfen.

Der Versuch wurde im Jahr 2006 in Harste (LK Göttingen) angelegt. Es wurden die drei Fruchtfolgen a) ZR (Zuckerrübe)-WW (Winterweizen)-WW, b) SM (Silomais)-ZR-WW und c) ZR-WW-WR (Winterraps)-WW-WW-KE (Körnererbse) untersucht. Vor ZR und SM wurde Senf und vor KE wurde Phacelia als Zwischenfrucht angebaut. Alle Erntereste verblieben auf dem Feld. In einer zusätzlichen Variante der Fruchtfolge ZR-WW-WW wurden die Parzellen geteilt und das Rübenblatt wurde von der einen Hälfte auf die andere Hälfte gebracht. So können die Varianten „ohne Rübenblattdüngung (- Blatt)“, „einfache Rübenblattdüngung (+ Blatt)“ (Variante ohne Rübenblattabfuhr) und „doppelte Rübenblattdüngung (++) Blatt)“ verglichen werden. Die Bodenbearbeitung erfolgt in der Regel pfluglos auf 18-20 cm Bearbeitungstiefe. Im Frühjahr 2018 und 2019 wurde in ZR-Parzellen der  $C_{org}$ -Gehalt sowie die Trockenrohdichte in den Bodentiefen 0-10, 10-20, 20-30 und 30-40 cm bestimmt (4 Messwiederholungen je Parzelle) und daraus der auf gleiche Bodenmassen normierte  $C_{org}$ -Vorrat für die Bodentiefen 0-10, 0-20 und 0-30 cm kalkuliert. Der  $C_{org}$ -Vorrat für die Bodentiefen 10-20

und 20-30 cm ergibt sich aus der Differenz der Bodentiefen 0-20 und 0-10 cm, bzw. 0-30 und 0-20 cm.

Im Mittel der beiden Untersuchungsjahre wurde für die Fruchtfolge ZR-WW-SM ein signifikant geringerer  $C_{org}$ -Vorrat für die Bodentiefe 0-30 cm kalkuliert als für die Variante ZR-WW-WW (++Blatt) (Abb. 1). Die Unterschiede ergaben sich hauptsächlich im Bearbeitungshorizont (Bodentiefen 0-10 und 10-20 cm) und deuten somit auf unterschiedlich hohe Mengen eingearbeiteter Ernte- und Wurzelrückstände in den einzelnen Fruchtfolgevarianten hin. Hier differenzieren die Fruchtfolgen vor allem hinsichtlich der Strohdüngung – welche durch die Anbaukonzentration von Winterweizen (33% in ZR-WW-SM, 50% in ZR-WW-WR-WW-WW-KE und 66% in ZR-WW-WW) vorgegeben ist – und hinsichtlich der Rübenblattdüngung in der Varianten ZR-WW-WW. So nimmt der  $C_{org}$ -Vorrat mit zunehmender WW-Anbaukonzentration und in der Fruchtfolge ZR-WW-WW mit zunehmender Rübenblattdüngung zu.



Ungestörte Bodenproben dienen zur Bestimmung der Trockenrohdichte des Bodens, auf dessen Basis der Vorrat an organischem Kohlenstoff berechnet wurde.

Je Tonne Trockenmasse Rübenblatt, welches auf dem Feld verblieb, stieg der  $C_{org}$ -Vorrat um 61 kg. Bei einem C-Gehalt im Rübenblatt von

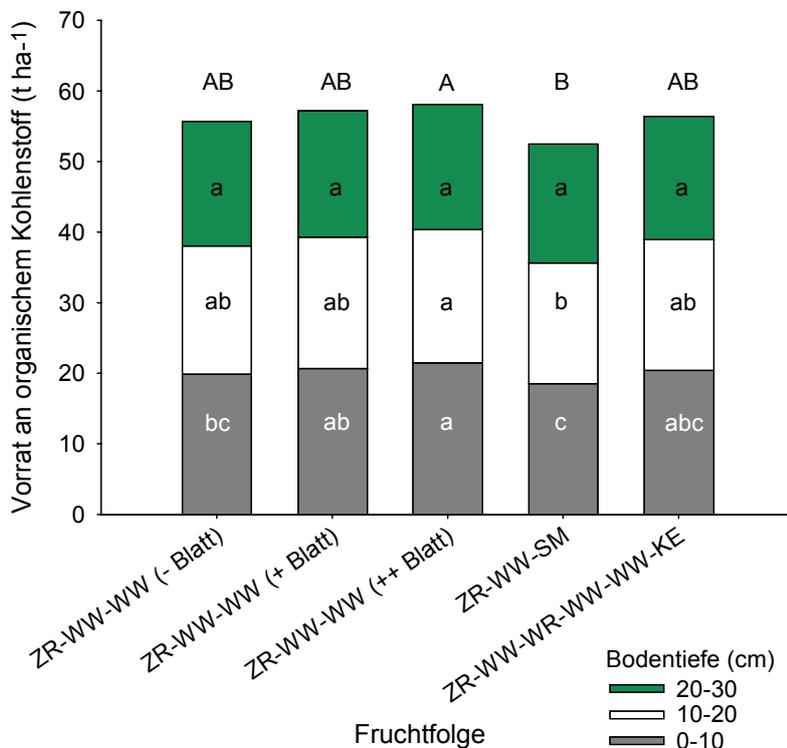


Abb. 1: Vorrat an organischem Kohlenstoff im Boden, berechnet für unterschiedliche Bodentiefen (Mittel 2018-2019). Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Differenzen bei  $p \leq 0,05$  (Tukey-Tests) (ZR Zuckerrübe, WW Winterweizen, SM Silomais, WR Wintererbsen, KE Körnererbse).

40 % gingen somit ca. 15 % des im Rübenblatt gebundenen C in den intermediären Pool der organischen Bodensubstanz über. Bezogen auf die Richtwerte der Humusbilanzierung, welche von einer C-Zufuhr in Höhe von 80 kg je t TM Rübenblatt ausgehen, erscheinen die vorgefundenen Werte zunächst als gering. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass den Werten der Humusbilanzierung eine höhere Anzahl an Versuchen und Umwelten mit entsprechenden Schwankungen zugrunde liegt. Innerhalb dieser Schwankungen sind auch die in Harste vorgefundenen Werte anzusiedeln.

Weiterführende Messungen sollen Aufschluss über die Höhe des  $C_{\text{org}}$ -Vorrates in Fruchtfolgen mit und ohne Zuckerrüben geben.

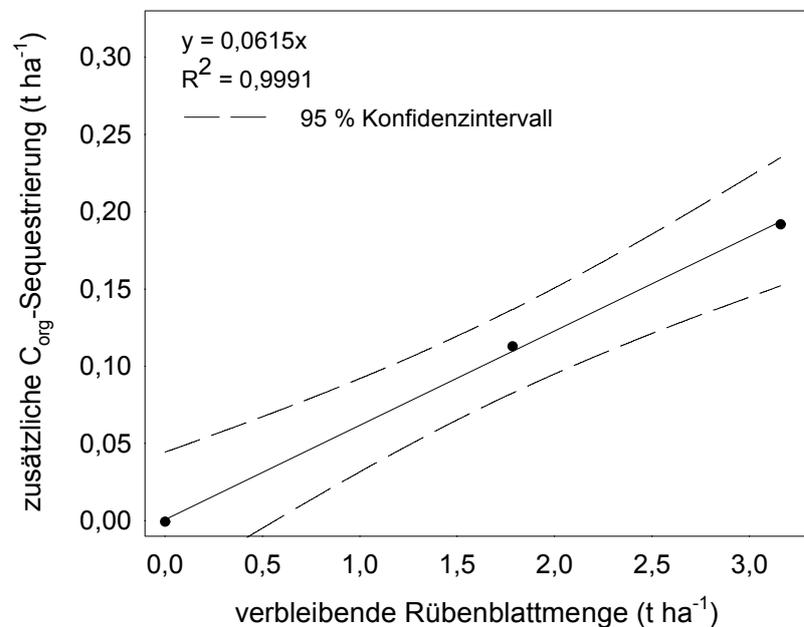


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Rübenblattzufuhr und der zusätzlichen  $C$ -Sequestrierung im Boden in den Rübenblattdüngungsvarianten der Fruchtfolge Zuckerrübe-Winterweizen-Winterweizen.

Projektbearbeitung: Philipp Götze, Heinz-Josef Koch

## SmartBeet - Sensorsystementwicklung für ein verletzungsarmes Roden

Zuckerrüben werden in Deutschland von Mitte September bis Anfang/Mitte November gerodet und bis Anfang/Mitte Januar verarbeitet. Somit kann die Lagerdauer in Feldrandmieten mehrere Wochen betragen. Während der Lagerung treten Zuckerverluste auf, deren Ausmaß von Verletzungen des Rübenkörpers (Spitzenbruch, Oberflächenbeschädigung) beeinflusst wird. Verletzungen treten während der Passage durch den Roder auf; für ihre Höhe ist u.a. die Intensität der Reinigung maßgeblich (Drehzahl der Siebsterne, Fahrgeschwindigkeit). Eine optimale Abstimmung von Fahrgeschwindigkeit und Siebsterndrehzahl kann einen erheblichen Beitrag zu geringen Verletzungen und somit reduzierten Zuckerverlusten leisten. Dies steht jedoch in der Praxis häufig im Widerspruch zu einem möglichst geringen Erdanteil und einer hohen Flächenleistung beim Roden.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Projektes SmartBeet ein Sensorsystem entwickelt, das in den Reinigungsaggregaten hervorgerufene Verletzungen des Rübenkörpers detektiert. Dieses ist die Grundlage für ein Fahrerassistenzsystem, das den Roderfahrer beim Finden einer optimalen Maschineneinstellung unterstützt. Projektpartner waren neben dem IfZ und der Universität Kassel-Witzenhausen die deutschen Roderhersteller ROPA, GRIMME und HOLMER.

Im Herbst der Jahre 2016-2019 wurden Rodereinsätze auf homogenen Feldern mit Schluff-reichen Böden an verschiedenen Standorten in Südniedersachsen durchgeführt. Eingesetzt wurden Roder mit Siebsterneinigung mit unterschiedlicher Fahrgeschwindigkeit und Siebsterndrehzahl. Beim Entleeren wurde eine repräsentative Stichprobe von 500-1000 Rüben aus dem mittleren Bereich des Bunkers beschädigungsarm entnommen. Als Kontrolle dienten von Hand gerodete Rüben des jeweiligen Feldes. An diesen Rüben wurden Spitzenbruch und Oberflächenbeschädigungen erfasst. Ferner wurden Lagerungsversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt, um die Zuckerverluste zu bestimmen.

Hier werden Ergebnisse aus einem Schnellstopp-Versuch Niedergandern 2019 vorgestellt, in dem die Effekte der Fahrgeschwindigkeiten 6 und 8 km/h kombiniert mit den Siebsterndrehzahlen 30 und 70 U/min geprüft wurden. Bei der Versuchsdurchführung wurden Vorfahrt und Aggregate des Roders 10 Mal je Rodereinstellung abrupt gestoppt und von drei Positionen im Roder (Abb. 1) je 10 Rüben entnommen. Anschließend wurde der Spitzenbruchdurchmesser gemessen. Abschließend wurden auch in diesem Versuch Rüben von den Mieten entnommen, auf Verletzungen untersucht und für Lagerungsversuche verwendet.

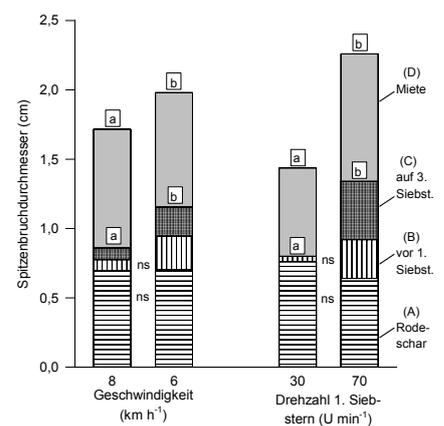


Abb. 1: Hauptwirkung von Fahrgeschwindigkeit und Siebsterndrehzahl auf den Spitzenbruch an drei Positionen im Roder (hinter dem Rodeschar (A), auf dem Siebband vor dem 1. Siebstern (B), auf dem 3. Siebstern vor dem Ringelevator (C) und auf der Miete (D)). Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Säulengruppe und Position zeigen signifikante Unterschiede, ns = nicht signifikant. Niedergandern 2019.

## Berichte aus der Forschung



Abb. 4: Anbringung eines Akustik-sensors am Leitrost des Siebsterns.

Insgesamt stieg der Spitzenbruchdurchmesser im Verlauf des Wegs der Rüben durch den Roder kontinuierlich an (Abb. 1). Während an den Positionen A und B weder die Fahrgeschwindigkeit noch die Siebsterndrehzahl einen Einfluss auf den Spitzenbruch hatten, war dieser bei Entnahme vom 3. Siebsterne (C) bei verminderter Fahrgeschwindigkeit sowie erhöhter Siebsterndrehzahl signifikant erhöht. Dies zeigt den großen Einfluss der Siebsterndrehzahl auf den Spitzenbruch, der deutlich größer war als der der Fahrgeschwindigkeit. Die von der Miete entnommenen Rüben (Position D) wiesen ein höheres Niveau des Spitzenbruchs auf als die der Position C, jedoch war die Differenzierung zwischen den Varianten sehr ähnlich zu der an Position C.

Der Zielparameter Zuckerverlust weist eine signifikante Regression zum Spitzenbruch auf und ist somit für eine Prognose der Höhe der Zuckerverluste bei Langzeitlagerung geeignet (Abb. 2). Das Bestimmtheitsmaß von 0,31 bei gemeinsamer Betrachtung aller verwertbaren Versuche zeigt allerdings auch, dass der Spitzenbruch die Höhe des Zuckerverlustes bei weitem nicht vollständig erklärt. Der Spitzenbruch korrelierte eng mit der Oberflächenbeschädigung und auch die gemeinsame Verwendung der beiden Parameter erhöhte die Güte des Zusammenhangs zum Zuckerverlust nicht (nicht gezeigt).

Die Kombination dieser Informationen mit den Auswertungen der Hochgeschwindigkeits-Videoaufnahmen und Akustikdaten sind die Grundlagen eines Fahrerassistenzsystems für ein verletzungsarmes Roden. Dabei wird die Methodik des Maschinellen Lernens (Abb. 3) eingesetzt,

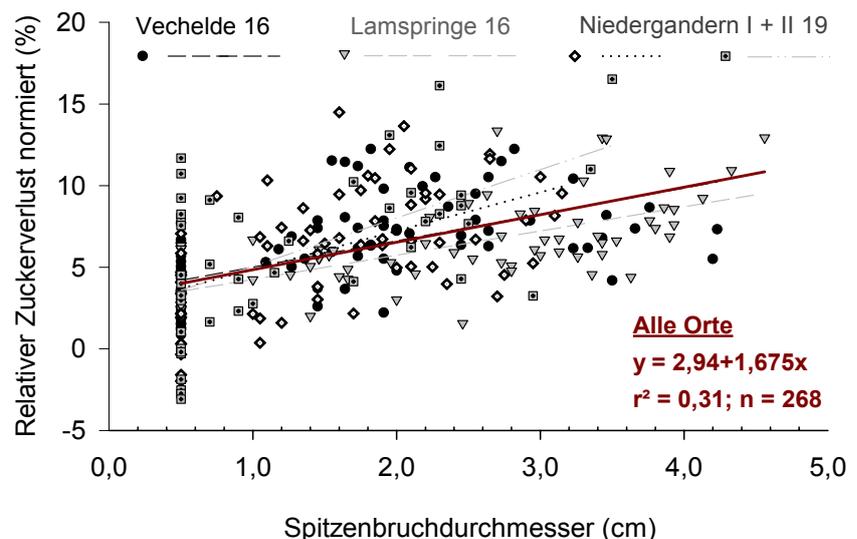


Abb. 2: Einfluss des Spitzenbruchdurchmessers auf den relativen Zuckerverlust (Daten zentriert) während einer Langzeitlagerung an vier Standorten separat und bei gemeinsamer Auswertung.

die in der Lage ist, komplexe Regressions- oder Klassifikationsmodelle zum Zusammenhang zwischen den Messparametern und der Zielgröße zu entwickeln (Abb. 3). Im Routinebetrieb dürften nur an den Leitrosten platzierte Akustiksensoren geeignet sein, die für ein Assistenzsystem erforderlichen Steuersignale zu liefern (Abb. 4).

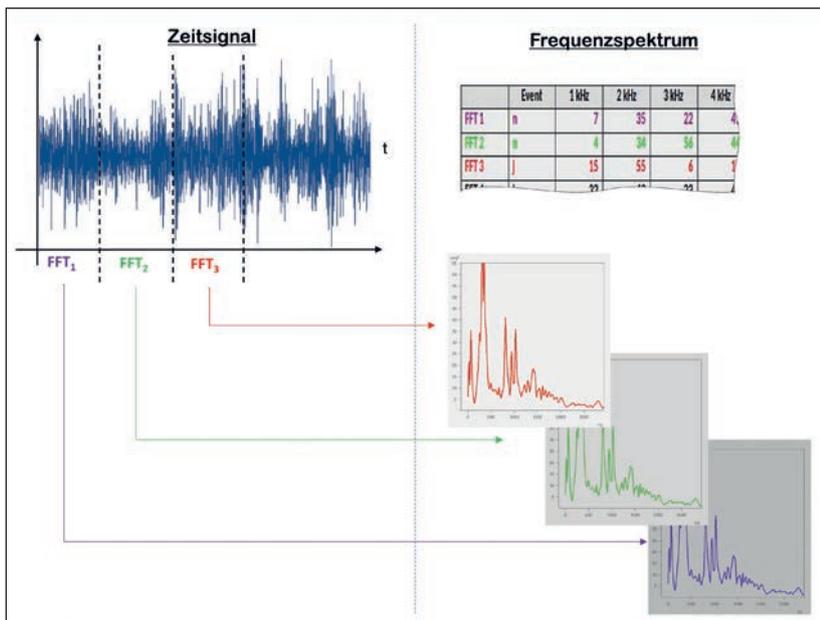


Abb. 3: Arbeitsablauf der Datengenerierung mittels Fast-Fourier-Transformation (FFT) aus Akustikdaten für ein allgemeines Schema des maschinellen Lernens.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des Verbundprojektes SmartBeet durchgeführt. Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung. Besonderer Dank gilt auch der Rodegemeinschaft Eichsfeld-Göttingen-Werratal für die Überlassung des Roders.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

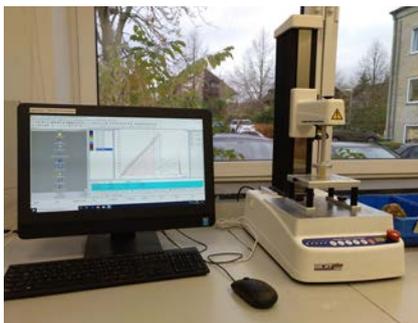
Projektbearbeitung: Heinz-Josef Koch

## Textureigenschaften und Lagerung von Zuckerrüben

In früheren Projekten hat sich gezeigt, dass es Unterschiede zwischen Sorten in der Lagerstabilität gibt. Diese waren eng korreliert zu der Empfindlichkeit der Rübe gegenüber Beschädigungen bei der Ernte und dem nachfolgenden Befall mit Schimmel und Fäule während der Lagerung. Die Ergebnisse wurden als Hinweis genommen, dass die Lagerstabilität von Rüben mit ihrer Gewebefestigkeit zusammenhängen könnte.



In dem 2018 begonnenen Projekt wird geprüft, ob es Unterschiede zwischen Zuckerrübensorten in der Festigkeit gibt, wie stabil diese Unterschiede auf verschiedenen Standorten sind und ob sie eine Beziehung zu Beschädigung, Befall mit Schimmel und Fäule sowie zur Lagerfähigkeit haben. Zunächst wurde eine Methode entwickelt, um mit einem Texturanalyser reproduzierbar den Penetrationswiderstand durch die Schale, die Festigkeit des darunterliegenden Gewebes sowie die Druckfestigkeit der Rübe zu erfassen (Abb. 1).



In Zusammenarbeit mit den FEI-Projektpartnern Nordzucker und Südzucker wurden in den Jahren 2018 und 2019 an drei unterschiedlichen Standorten Versuche angelegt. Es waren 6 bzw. 7 Sorten einbezogen, die im Hinblick auf unterschiedliche Ertragstypen (ertrags- bis zuckerbetont) ausgewählt waren, ferner eine alte Sorte. Im Jahr 2019 wurde von Nordzucker zusätzlich ein beregneter Versuch angelegt. Die geernteten Rüben wurden am IfZ auf Ertrags- und Qualitätsparameter untersucht. Es folgten umfangreiche Lagerungsversuche in Klimacontainern mit Bonitur der Beschädigung nach der Ernte und des Fäulnisbefalls nach der Lagerung. Besonderes Augenmerk war auf die Bestimmung der Gewebefestigkeit gelegt, die mithilfe eines Texturanalyzers an 30 Rüben pro Sorte und Standort nach der Ernte und nach der Lagerung bestimmt wurde.

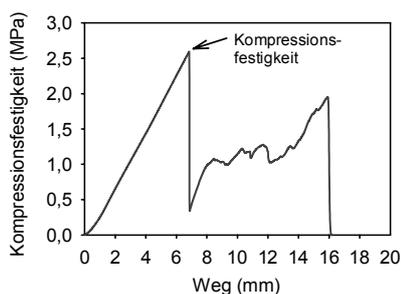


Abb. 1: Ablauf einer Kompressionsmessung (Druckfestigkeit): Schneiden definierter Zylinder (links), Messung (Mitte), Auswertung der Kraft-Deformationskurve (rechts).

Anhand der Ergebnisse ließ sich ein deutlicher Effekt des Standortes auf die Beschädigung der Zuckerrüben erkennen. Dies ist durch die unterschiedlichen Wachstumsbedingungen und die Rodereinstellung am Standort begründet. Unterschiede zeigten sich ebenfalls zwischen den untersuchten Sorten in ihrer Beschädigungsempfindlichkeit. Das Niveau der Gewebefestigkeit von Zuckerrüben wurde maßgeblich durch den Standort bestimmt (Abb. 2), es zeigten sich auch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten (Abb. 3).

In beiden Versuchsjahren wurde ein sehr enger Zusammenhang zwischen der Beschädigung und der Gewebefestigkeit der Sorten gefun-

den. Sorten mit einer höheren Kompressionsfestigkeit zeigten in beiden Versuchsjahren eine geringere Beschädigungsempfindlichkeit. Ergebnisse aus 2018 zeigten ferner, dass Sorten mit einer höheren Gewebefestigkeit zur Ernte einen geringeren Invertzuckergehalt nach der Lagerung und geringere Lagerungsverluste aufwiesen als Sorten mit geringerer Gewebefestigkeit.

Die ersten Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Gewebefestigkeit von Sorten zumindest eine vorläufige Einschätzung der Lagerfähigkeit erlauben könnte. In weiteren Untersuchungen wird dies auch an einem größeren Sortensortiment überprüft. Ferner wird untersucht, inwieweit eine unterschiedliche Gewebefestigkeit auf eine unterschiedliche Menge und Zusammensetzung der Zellwandbestandteile der Rübe zurückzuführen ist.

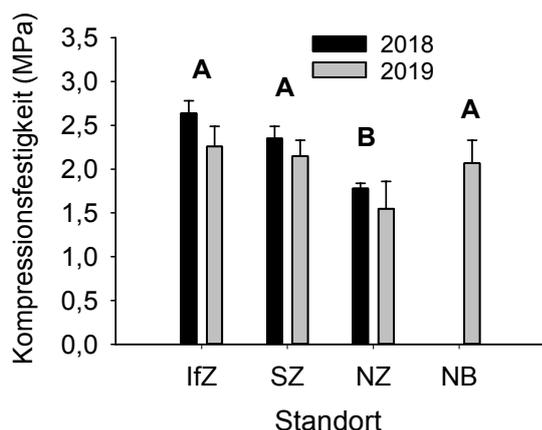


Abb. 2: Kompressionsfestigkeit von Zuckerrüben an verschiedenen Versuchsstandorten; Mittel von 6 (2018) bzw. 7 (2019) Sorten.

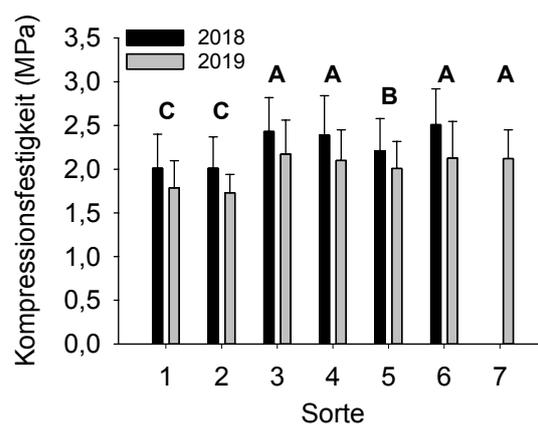


Abb. 3: Kompressionsfestigkeit von Zuckerrübensorten; Mittel über 3 (2018) bzw. 4 (2019) Standorte.

Das IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Projektbearbeitung: Gunnar Kleuker, Christa Hoffmann

## Reaktion von Zuckerrübengenotypen auf Trockenstress

Die Reaktion auf Trockenstress und die Wassernutzungseffizienz von Genotypen gewinnen vor dem Hintergrund des Klimawandels zunehmend an Bedeutung. Bereits 2018 und 2019 wurden die Auswirkungen von Phasen überdurchschnittlicher Temperaturen und ausgeprägter Trockenheit deutlich. Bei eingeschränkter Wasseraufnahme werden Wachstum und Qualität von Zuckerrüben beeinträchtigt.



Abb. 1: Zuckerrübenpflanzen des Gefäßversuches im Gewächshaus (oben), Zuckerrübenpflanzen mit welkenden Blättern während einer simulierten Trockenstressperiode (unten).

Es gibt bisher jedoch keine Informationen dazu, zu welchem Zeitpunkt Trockenstress das Wachstum der Rübe am stärksten beeinträchtigt und was die Ursachen sind. Genauso ist nicht ganz klar, inwieweit Zuckerrüben einen Wachstumsrückstand nach einer Trockenstressperiode aufholen können, wenn wieder ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Dies kann nur in Gewächshausversuchen geprüft werden, da dort die Wasserversorgung kontrolliert verändert werden kann.

Im Gewächshaus (2017-2019) wurde Trockenstress zu verschiedenen Zeitpunkten des Wachstums für vier Wochen simuliert, indem die Wassergabe auf 60 bzw. 50 % der Wasserhaltekapazität reduziert wurde (Abb. 1). Dies geschah bei sechs bzw. drei unterschiedlichen Genotypen. In den Töpfen ist es möglich, durch Wiegen den täglichen Wasserverbrauch für jeden einzelnen Genotyp über eine Wachstumsdauer von über 200 Tagen zu erfassen. Dadurch konnte die Wassernutzungseffi-

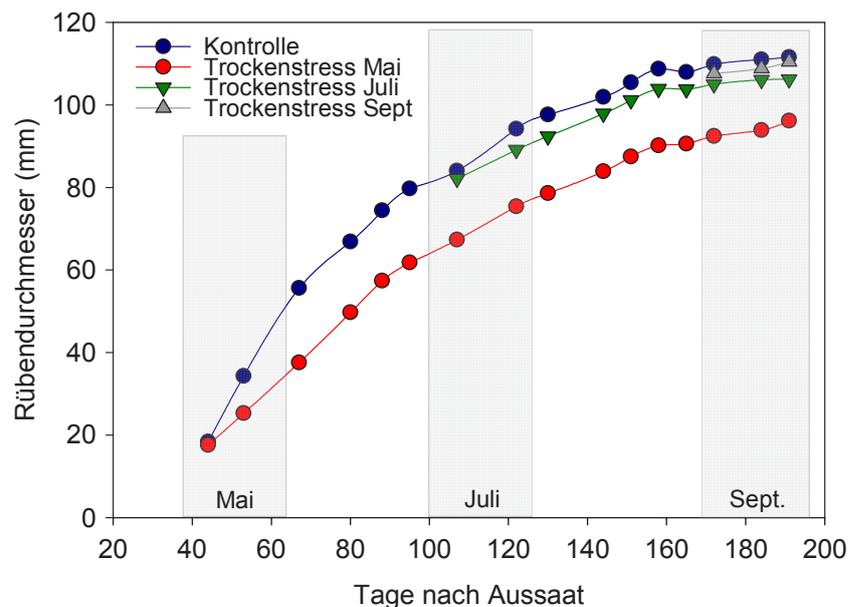


Abb. 2: Wachstum von Zuckerrüben bei unterschiedlichen Stressperioden, dargestellt anhand des Rübensdurchmessers; Trockenstress durch Reduktion der Bewässerung auf 60 % der Wasserhaltekapazität (WHK) für 4 Wochen, Kontrolle = 100 % WHK, Mittel aus 6 Sorten und 5 Wiederholungen, Gefäßversuch im Gewächshaus 2017.

zienz für einzelne Genotypen und Behandlungen exakt bestimmt werden, was in Feldversuchen nur mit erheblichem Aufwand möglich ist.

Im Gewächshaus zeigte sich, dass eine frühe Trockenstressphase das Wachstum am stärksten beeinträchtigt, hier dargestellt anhand des Durchmessers der Rübe (Abb. 2). So waren nach frühem Trockenstress der Zuckerertrag im Herbst am geringsten und der Gehalt der qualitätsbestimmenden Nichtzuckerstoffe (K, Na, Amino-N) am höchsten. Unterschiedliche Reaktionen der Genotypen gab es im Zuckerertrag, aber auch in dem Ausmaß, in dem osmotisch aktive Inhaltsstoffe angereicht wurden. Wie anhand des parallelen Verlaufs des Rübendurchmessers zu erkennen ist, konnten die Beeinträchtigungen trotz ausreichender Wiederbewässerung nach der vierwöchigen Trockenstressphase im Laufe des Wachstums bis zum Herbst nicht kompensiert werden.

Im Rahmen der Untersuchungen wird auch nach den Ursachen für diese Reaktion gesucht. Obwohl der Wasserverbrauch der Varianten aufgrund des Angebots sehr unterschiedlich war, wurde für die Produktion einer Einheit Trockenmasse (Transpirationskoeffizient) ähnlich viel Wasser benötigt wie in der Kontrolle. Das bedeutet, dass die Verwertung des Wassers zur Trockenmassebildung nicht anhaltend eingeschränkt war. Daher entwickelte sich die Wachstumsminderung proportional zum Wasserangebot. Es war zudem festzustellen, dass auch bei Pflanzen der ausreichend bewässerten Kontrolle der Wasserverbrauch ab einer mittleren täglichen Lufttemperatur von ca. 23 °C nicht weiter anstieg. Dies kann als Hinweis gedeutet werden, dass in diesem Fall Hitzestress, nicht mehr Trockenstress, das Wachstum beeinträchtigt.

Ursache für das unterschiedliche Ausmaß der Beeinträchtigungen ist vermutlich die Wachstumsrate zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Wachstumsperiode. Die Beeinträchtigungen bei frühem Trockenstress waren am stärksten, weil die Wachstumsraten zu Beginn der Wachstumsphase am höchsten waren. Dadurch beeinträchtigt eine Begrenzung des Wasserangebots die Ertragsbildung bei jungen Rüben stärker als in einer späteren Wachstumsphase.

Die Untersuchungen werden in Kooperation mit der KWS SAAT SE & Co. KGaA durchgeführt.

Projektbearbeitung: Henning Ebmeyer, Christa Hoffmann



*Aufbereitung der Rübenproben (oben), Messen des Durchmessers (Mitte), Kontrolle des Wassergehaltes des Substrats (unten).*

## Koordinierte Forschung – Streifenversuche *Rhizoctonia solani*

Aufgrund des hohen Schadpotentials der Späten Rübenfäule sind wirksame Bekämpfungsverfahren entscheidend für einen wirtschaftlichen Zuckerrübenanbau in den Befallsgebieten. Maßnahmen zur Kontrolle der Krankheit sind insbesondere die Gestaltung der Fruchtfolge und der Anbau von Sorten mit geringer Anfälligkeit. Präparate für eine chemische Bekämpfung sind in Deutschland jedoch bislang nicht langfristig zugelassen.



Durch *Rhizoctonia solani* abgestorbene Zuckerrüben.

In den Jahren 2018 und 2019 wurde in Zusammenarbeit mit Syngenta Agro und der Rübenabteilung der Zuckerfabrik Plattling eine Serie von insgesamt elf Feldversuchen auf Praxisschlägen durchgeführt. Ziel der Untersuchung war es, die Wirksamkeit einer Fungizidapplikation gegen die Späte Rübenfäule in Kombination mit unterschiedlichen Sorten unter Praxisbedingungen zu prüfen. Das Präparat Amistar Gold (Azoxystrobin + Difenconazol) war in beiden Versuchsjahren im Rahmen einer sogenannten Notfallzulassung für den Raum Südbayern zur Bekämpfung der Späten Rübenfäule zugelassen. In den Feldversuchen wurden jeweils drei Sorten (anfällig gegenüber *Rhizoctonia solani*, resistent, intermediär) in Streifen ausgesät und zu zwei unterschiedlichen Terminen mit Amistar Gold behandelt.

Insgesamt war das Befallsniveau der Späten Rübenfäule in beiden Versuchsjahren nicht sehr hoch. Daher wurde nur einer der Versuche geerntet (Abb. 1). Es zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Sorte

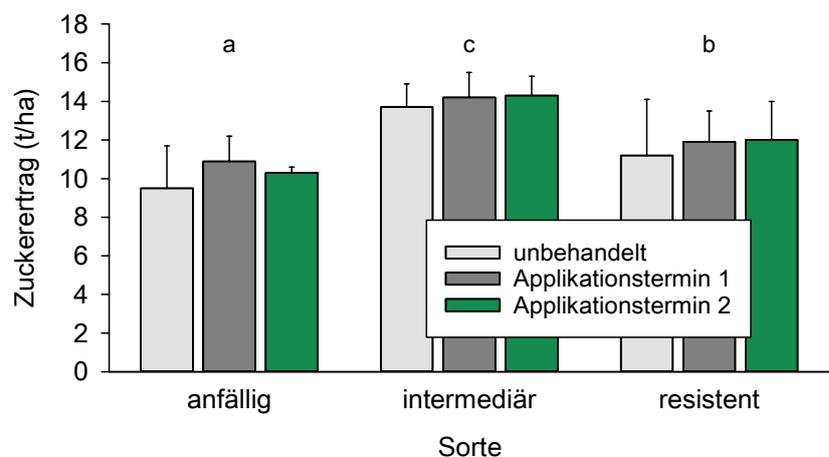


Abb. 1: Zuckerertrag von drei Zuckerrübensorten mit unterschiedlicher Anfälligkeit gegenüber *Rhizoctonia solani* in Abhängigkeit von der Applikation des Fungizids Amistar Gold am Standort Niedermünchs Dorf 2019. Applikationstermin 1: BBCH 31, Applikationstermin 2: 2 Wochen später als Applikationstermin 1. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Sorten (t-Test,  $p \leq 0,05$ ).

auf den Zuckerertrag, die Fungizidbehandlung hatte dagegen keinen signifikanten Effekt. Tendenziell war der Zuckerertrag jedoch in den beiden Varianten mit Fungizid höher als in der unbehandelten Kontrolle. Dies zeigte sich bei allen drei Sorten, am deutlichsten bei der anfälligen Sorte. Für eine sichere Beurteilung der Wirksamkeit des geprüften Fungizids gegenüber der Späten Rübenfäule und die geeignete Terminierung der Applikation sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig.

Projektbearbeitung: Christine Kenter



*Manchmal trifft man in den Feldversuchen auf unerwarteten Besuch.*

## Verbreitung von Vergilbungsviren in Deutschland und Europa und deren Einfluss auf den Bereinigten Zuckerertrag

Das Forschungsprojekt „New Yellows Control – Abschätzung des Befallsrisikos von Vergilbungsviren der Zuckerrübe“ hat zum Ziel, vor dem Hintergrund einer mittlerweile fehlenden insektiziden Saatgutbeizung mit neonicotinoiden Wirkstoffen und unter Berücksichtigung der Insektizidresistenz-Problematik des Blattlaus Virusvektors *Myzus persicae*, das Befalls- bzw. Ertragsrisiko in Zuckerrübe abzubilden, um vorausschauend effektive alternative Kontrollstrategien zu entwickeln. Das Verbundprojekt wird in Kooperation mit der Deutschen Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) und der Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V. (GFPI) durchgeführt.

Der Einsatz von Neonicotinoiden als Saatgutbeize konnte die Infektion von Zuckerrüben mit Vergilbungsviren über 25 Jahre gut kontrollieren. Seit 2019 dürfen sie in vielen Ländern Europas zur Bekämpfung der Virusvektoren nicht mehr eingesetzt werden. Mithilfe eines im Rahmen des Projektes durchgeführten Virusmonitorings über drei Jahre (2017-2019) in zehn europäischen Ländern inklusive Deutschland, ist es gelungen, eine aktuelle Situation zur Verbreitung der einzelnen Virusspezies Beet mild yellowing virus (BMYV), Beet chlorosis virus (BChV), Beet yellows virus (BYV) und Beet mosaic virus (BtMV) aus dem Vergilbungsviruskomplex aus der Übergangsphase zum Anbau ohne Neonicotinoide abzubilden. Frühere Aufzeichnungen stammen noch aus Zeiten vor Einführung der neonicotinoiden Saatgutbeizung. Durch die Saatgutbeizung mit Neonicotinoiden konnten die beteiligten Virusspezies erwartungsgemäß nicht eliminiert werden. Innerhalb Europas dominieren weiterhin BMYV und BChV. BYV konnte im Gegensatz zu früheren Untersuchungen aktuell auch häufiger in Ländern Mittel- und Nordeuropas nachgewiesen werden. BtMV stellt auch weiterhin die Spezies mit der geringsten Bedeutung dar. In Deutschland gab es vermutlich aufgrund variabler Umweltbedingungen wie z.B. mildere Winterwitterung, in den Zuckerrübenanbaugebieten in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern die häufigsten Nachweise (Abb. 1). In Zukunft muss demnach also berücksichtigt werden, welche Virusspezies überhaupt in welcher Region eine Rolle spielt, um gezielt alternative Kontrollmaßnahmen zu ergreifen.

Um die Frage zu klären, welchen Einfluss die verschiedenen Virusspezies auf den Ertrag und die Qualität von Zuckerrüben haben, wurden im Jahr 2019 Feldversuche angelegt, in denen eine künstliche Infektion von BMYV, BChV in Einzelinfektion und BChV/BYV in Mischinfektion durch Blattlausinokulation hervorgerufen wurde. Hierfür wurden je 100 Pflanzen eines anfälligen Genotyps in vierfacher Wiederholung

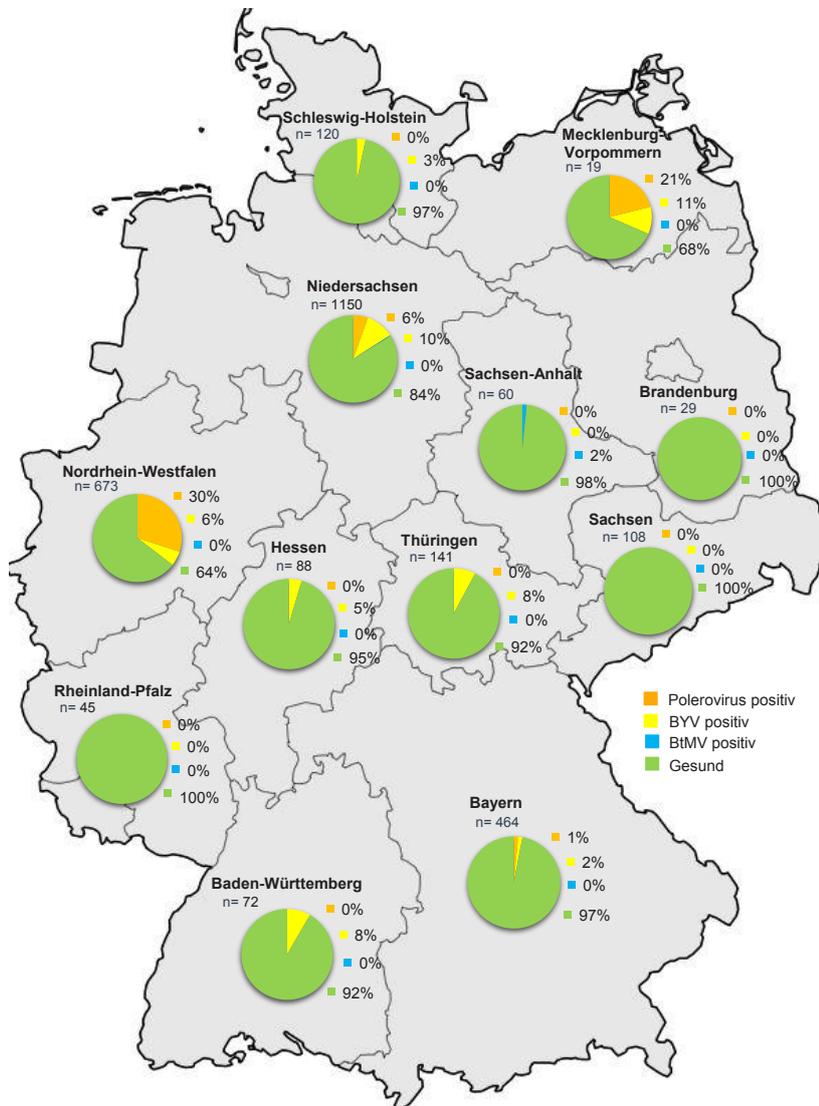


Abb. 1: Verbreitung der Viruspezies des Vergilbungsviruskomplexes in deutschen Bundesländern. BMYV und BChV sind unter „Polorovirus“ zusammengefasst. Die Anzahl der gesammelten Proben ist in „n“ angegeben.

ausgesät und in BBCH 14 (Ende Mai) 10 % der Pflanzen mit virustragenden Blattläusen inokuliert. Die Blattläuse konnten die Zuckerrüben innerhalb der Parzellen ohne chemische Kontrolle besiedeln und inokulieren. Eine Symptomausprägung (Abb. 2) wurde dokumentiert sowie Ertrags- und Qualitätsparameter von infizierten Zuckerrüben im Vergleich zu gesunden bestimmt. Bereits vier Wochen nach Inokulation wurden an den Pflanzen die ersten Symptome deutlich sichtbar und bis zur Ernte im Oktober zeigten kontinuierlich weitere Pflanzen Symptome, sodass für alle Viruspezies Infektionsraten von nahezu



Abb. 2: A) Durch BYV ausgelöste chlorotische Aufhellungen sowie nekrotische, rotbraune Flecken auf einem Zuckerrübenblatt. B) Durch BMV ausgelöste Vergilbung am Blattrand. C) Durch BChV ausgelöste chlorotische Blattrandaufhellung. Foto: IfZ

100 % in den Parzellen erreicht wurden (Abb. 3). Es konnte gezeigt werden, dass in allen Varianten der Rüben ertrag durch die Infektion signifikant reduziert wurde und der Bereinigte Zuckerertrag (BZE) um bis zu 43 % sank. Auffällig ist, dass BMV und BChV BZE-Verluste von jeweils 29 % verursachten, während die BYV Infektion trotz ähnlicher Befallsintensität nur einen vergleichsweise geringen Verlust von 11 % erzeugte (Abb. 4). Bei der Mischinfektion BChV/BYV addierten sich die Ertragsverluste der einzelnen Viren.

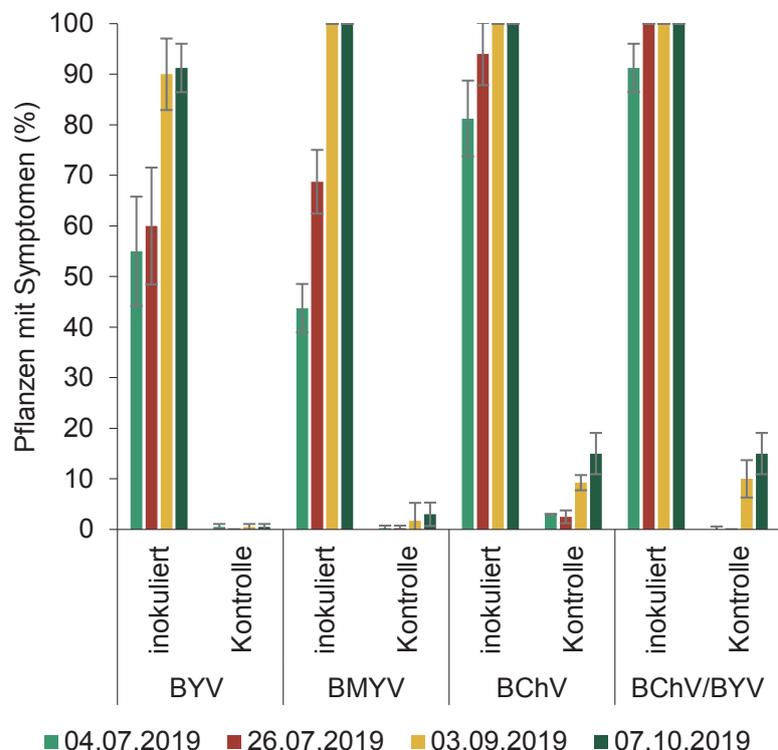


Abb. 3: Befallsverlauf (% Pflanzen mit Virussymptomen) der Virusinokulation mit BYV, BMV, BChV in Einzelinfektion sowie BChV/BYV in Mischinfektion im Vergleich zu nicht-inokulierten Kontrollen. Es wurden 10 % der Pflanzen in der Versuchspartelle in vierfacher Wiederholung inokuliert. Beobachtungszeitraum war der 4. Juli bis 7. Oktober.

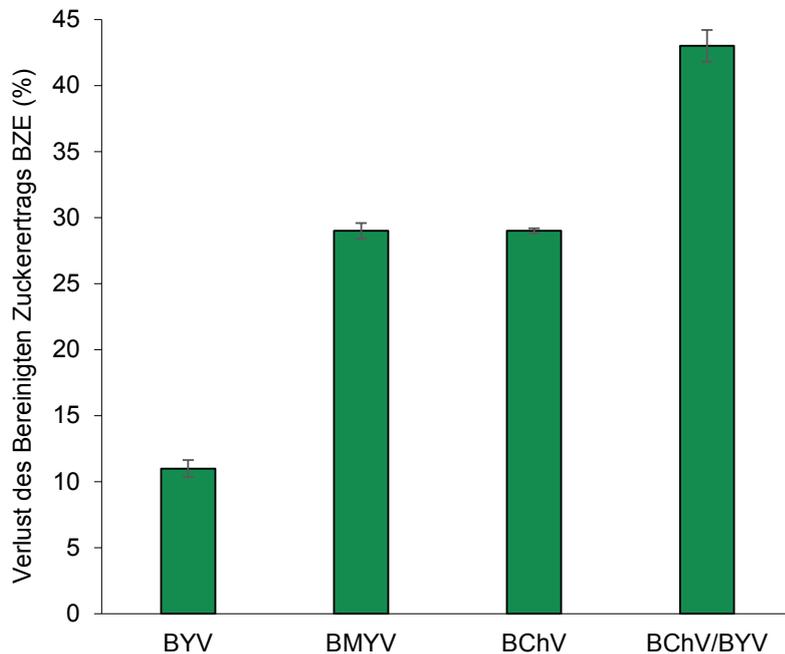


Abb. 4: Verluste im Bereinigten Zuckerertrag (BZE) nach Infektion mit BYV, BMYV, BChV und BChV/BYV Mischinfektion in Feldversuchen mit künstlicher Blattlaus vermittelter Inokulation von 10 % der Pflanzen in einer Parzelle in vierfacher Wiederholung im Vergleich zu nicht-inokulierten Kontrollen.

Die im Projekt erzielten Erkenntnisse können sowohl zur Entwicklung alternativer integrierter Kontrollmaßnahmen genutzt werden als auch beteiligte Züchtungsunternehmen in der Entscheidungsfindung für Resistenzselektions- und Züchtungsprozesse unterstützen.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Projektbearbeitung: Mark Varrelmann, Roxana Hossain

## Das „Syndrome des basses richesses“ in Zuckerrüben

Im April 2019 startete am IfZ ein Projekt zum Krankheitskomplex „Syndrome des Basses Richesses“ (SBR) in Kooperation mit dem Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau der Südzucker AG sowie der Abteilung Agrarentomologie der Georg-August-Universität Göttingen. Primäres Projektziel ist die Aufklärung der Ätiologie der Krankheit und die Entwicklung von Kontrollstrategien.



Adulte Schilf-Glasflügelzikade auf Zuckerrübenblatt.  
Foto: K. Schrameyer

SBR verursacht eine Reduktion des Zuckergehaltes um bis zu 5 % (abs.) sowie des Frischmasseertrages (um bis zu 25 %) und führt damit zu großen wirtschaftlichen Einbußen. Die Krankheit hat vermutlich ihren Ursprung in Frankreich mit einer Erstbeschreibung 1991 im Burgund und Jura. Nach einem ersten Erregernachweis in Zuckerrüben in Deutschland in Baden-Württemberg 2009 hat sich die Krankheit in den vergangenen Jahren erheblich ausgebreitet. 2018 lag das anhand der Symptomausprägung geschätzte deutsche SBR-Befallsgebiet (in Baden-Württemberg, Südpfalz und Elbaue) bei ca. 16.400 ha, wobei ein schwerer Befall auf ca. 8.750 ha ökonomische Verluste verursachte (Abb. 1). SBR-Symptome sind Chlorosen und Nekrosen an älteren Blättern, Asymmetrien am Blattneuaustrieb sowie Nekrosen an Gefäßleitbündeln des Rübenkörpers. Zwei nicht-kultivierbare und ausschließlich durch Vektoren übertragbare Bakterien ähnliche Erreger, ein Proteobakterium (*Candidatus Arsenophonus phytopathogenicus*) sowie ein Phytoplasma (*Candidatus Phytoplasma solani*) können SBR hervorrufen. Die Schilf-Glasflügelzikade (*Pentastiridius leporinus*) ist der häufigste Vektor, der von Ende Mai bis Anfang September als Adulte in Zuckerrüben auftritt. Die Weibchen legen unterirdisch ihre Eier in der Nähe der Zuckerrübenwurzeln ab. Die sich dort entwickelnden Nymphen ernähren sich vermutlich durch Saugtätigkeit an den Wurzeln und schließen ihre Entwicklung zu Adulten in der nachfolgenden Kultur (häufig: Winterweizen) ab. Bisher sind keine praxisrelevanten Kontrollstrategien mit reproduzierbarem Erfolg zur Kontrolle von SBR beschrieben.

Ausgehend von der Überlegung, dass die Lebensbedingungen für die Nymphen der Zikade durch das Bodengefüge beeinflusst wird, wurden nach der Zuckerrübenernte 2018 verschiedene Bodenbearbeitungsmaßnahmen durchgeführt (Pflug oder Grubber). Als nachfolgende Kultur wurde Winter- bzw. Sommerweizen ausgesät. An einem von drei Standorten konnten statistische Effekte hinsichtlich der Anzahl ausfliegender Zikaden im Frühjahr/Sommer 2019 nachgewiesen

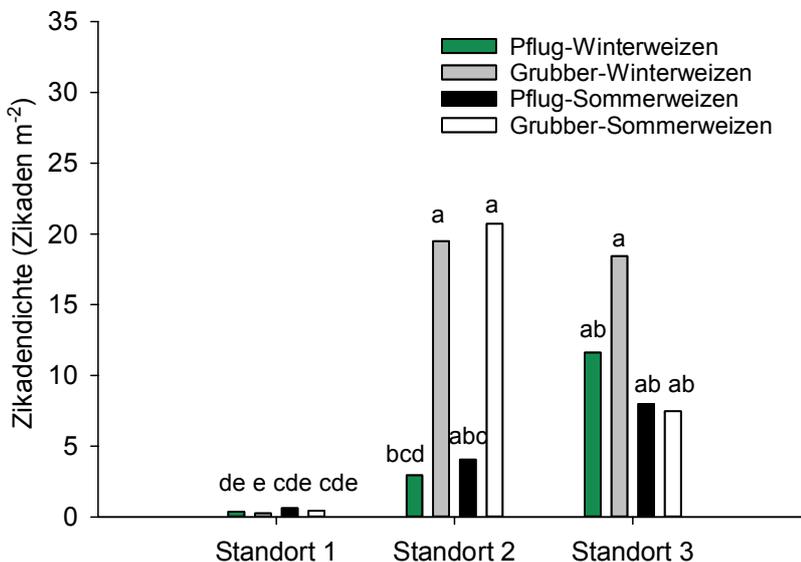


Abb. 1: Einfluss der Bodenbearbeitung nach Zuckerrüben 2019 auf den Flug von adulten *P. leporinus* in der Folgekultur. Median der Zikadendichte für jeden Standort. Behandlungen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.

werden (Abb. 1). Im Winterweizen war an einem Standort die Anzahl Schilf-Glasflügelzikaden nach Bodenbearbeitung mit Pflug signifikant im Vergleich zur Variante mit Grubber-Bearbeitung reduziert. Ob eine Bodenbearbeitung mit Pflug einen Ansatz zur Reduzierung der Vektorpopulation darstellt, muss in weiteren Versuchen geprüft werden.

In Wirtspflanzenuntersuchungen wird geprüft, ob die Zikade neben Zuckerrüben, Getreide und Schilf (als natürlichen Wirt) noch weitere Wirtspflanzen besiedelt, bzw. inwiefern die Vektorkontrolle auf die Kulturfolge aus Zuckerrüben und Getreide beschränkt werden kann.

In Sortenversuchen unter natürlichen SBR-Befallsbedingungen wird untersucht, ob in marktfähigen Sorten möglicherweise pflanzliche Resistenz- bzw. Toleranzeigenschaften vorhanden sind, die für eine Kontrolle der Krankheit genutzt werden können. Dort zeigten einzelne Sorten unter SBR-Befall relative Änderungen des Zuckergehalts im Vergleich zu Versuchen ohne Befall (Abb. 2). Darüber hinaus wurden Vektorzikaden gefangen und in mit Zelten abgedeckten Parzellen ausgesetzt. Unter dieser künstlichen Inokulation konnten die Effekte im Vergleich zu natürlicher Infektion reproduziert und verstärkt werden (Abb. 3). Um Resistenz- bzw. Toleranzeigenschaften zu charakterisieren, werden quantitative molekulare Nachweisverfahren für die beiden SBR-Erreger entwickelt. Diese sollen genutzt werden, um Unterschiede in der Erregerkonzentration oder Ausbreitung im pflanzlichen Gewebe für eine künftige Identifizierung und Beurteilung pflanzlicher Toleranz-/Resistenz-eigenschaften unter SBR-Befall einzusetzen.

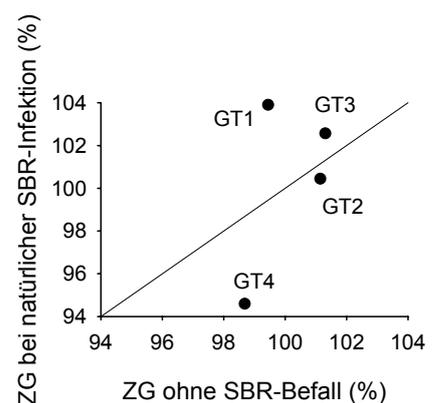


Abb. 2: Vergleich der relativen Zuckergehalte (ZG) von vier Zuckerrübensorten (GT1-4) ohne SBR-Befall (SV-N aus 2019, Mittelwerte aus 24 Standorten) mit Werten unter natürlicher SBR-Befall (Mittelwerte aus 5 Standorten).

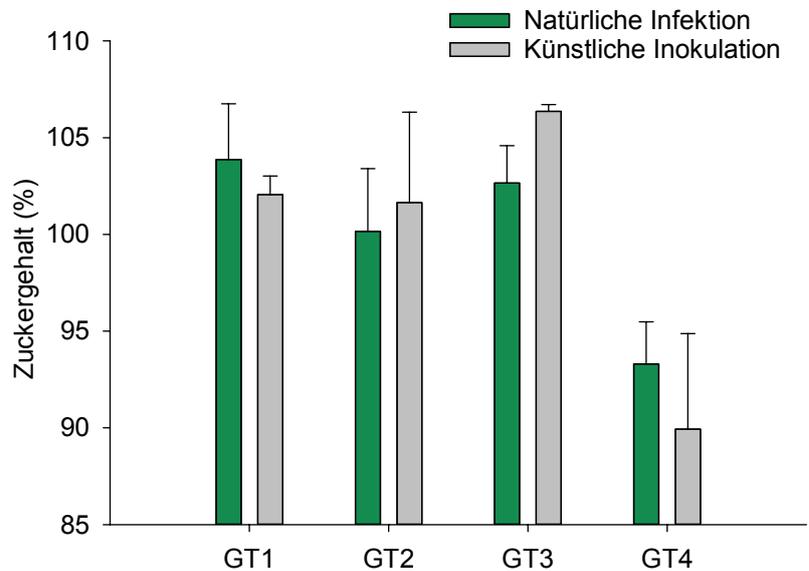


Abb. 3: Relative Zuckergehalte von vier Zuckerrübensorten (GT1-4) an drei Standorten 2019 (Altböllinger Hof, Oberbiegelhof und Dammhof) im Vergleich natürlicher Infektion mit künstlicher Inokulation mit Angabe der Standardabweichung. Innerhalb der Kategorien natürliche Infektion und künstliche Inokulation wurden die Mittelwerte über die vier Sorten als Bezugsgröße (100 %) verwendet.

Desweiteren werden Versuche zur Kultur der Vektorzikade und zur Abbildung des Lebenszyklus durchgeführt. Die Etablierung einer Kultur ist eine Grundvoraussetzung, um Versuche zur chemischen und biologischen Vektorkontrolle unter kontrollierten Bedingungen durchführen zu können.



Großflächige Vergilbung eines Zuckerrübenbestandes mit SBR-Befall.  
Foto: H. Wetzler

Das Projekt wird mit Förderung des Kuratoriums für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau durchgeführt.

Projektbearbeitung: René Pfitzer, Mark Varrelmann

## **Verbünde dich mit deinen Feinden: Zuckerrübenviren helfen bei der Effizienzsteigerung von neuen Züchtungstechnologien (Genomeditierung mittels CRISPR/Cas)**

**Seit September 2018 wird am IfZ ein zweijähriges, öffentlich gefördertes Projekt in Zusammenarbeit mit KWS SAAT SE & Co. KGaA bearbeitet, um die mögliche Anwendung von geminiviralen Replikons zur Verbesserung der Effizienz von neuen Züchtungstechnologien wie die Genom-Editierung bei Zuckerrüben zu untersuchen.**

Die Züchtung von Zuckerrübenpflanzen ist zeit- und kostenintensiv. Zudem erschwert der sogenannte „linkage drag“ bei klassischer Züchtung die Entfernung unerwünschter Gene, die an gewünschte Eigenschaften gekoppelt sind. Genomeditierungswerkzeuge wie das „type II clustered regularly interspaced short palindromic repeat“ (CRISPR)/Cas9 System haben das Potenzial, die züchterische Verbesserung von Kulturpflanzen erheblich zu beschleunigen, indem sie es ermöglichen, Genome mittels Gen-Deletion, -Korrektur oder -Insertion schnell, präzise und gezielt zu verändern. Die Effizienz des gesamten Prozesses ist jedoch entscheidend und hängt von der Bereitstellung der Editierungskomponenten, sequenzspezifischen Nukleasen wie CRISPR/Cas9, Single Guide RNA und Reparatur-DNA ab. Die Wirksamkeit des natürlichen Reparaturprozesses für die homologe Rekombination, die für ein präzises Gen-Targeting erforderlich ist, ist begrenzt. Darüber hinaus ist die Zuckerrübe eine mittels Agrobakterien schwierig zu transformierende Pflanzenspezies. Eine durch Genomeditierung vermittelte Geninsertion oder -korrektur wurde in Zuckerrübe bisher nicht nachgewiesen.

Geminiviren sind Pflanzenpathogene mit agrarwirtschaftlicher Bedeutung an vielen unterschiedlichen Kulturpflanzen, die über Insekten übertragen werden. Sie besitzen einzelsträngige DNA-Genome. Vertreter wie z.B. das Beet curly top virus (BCTV) verursachen an Zuckerrübe starke Symptome (Abb. 1) und bedeutende Ertragsverluste. Künstlich hergestellte geminivirale Replikons (GVRs) enthalten nur die für die Replikation wesentlichen Teile des viralen Genoms, sind nicht vektorübertragbar, verursachen keine Krankheit, können jedoch zur Expression von Fremdgenen und -DNA eingesetzt werden. In jüngster Zeit wurden GVRs für die effiziente Bereitstellung von CRISPR-Cas und Reparatur-DNA in Pflanzenzellen verwendet. Unter Verwendung dieses Systems wurde über eine höhere Genomeditierung-Effizienz mittels homologer Rekombination für funktionelle Genmodifikation oder Insertion bei Tomate, Tabak und Kartoffel berichtet. Um ein derartiges System für Zuckerrübe zu etablieren und nutzbar zu machen, wurden



Gesund



BCTV

Abb. 1: Zuckerrübenpflanze im Gewächshaus infiziert mit Beet curly top virus (BCTV) 4 Wochen nach Inokulation im Vergleich zu nichtinfizierter gesunder Kontrollpflanze.

in dieser Studie zwei Zuckerrüben infizierende Geminiviren [Beet severe curly top virus (BSCTV) und Beet curly top Iran virus (BCTIV)] auf der Grundlage ihrer Replikationsintensität und Effizienz der Fremdgenexpression in Zuckerrüben ausgewählt und zur Herstellung von GVRs eingesetzt. Darüber hinaus bieten beide Replikons eine große Kapazität zum Transfer von Fremd-DNA, die eine effizientere Übertragung von CRISPR/Cas-Komponenten und Reparatur-DNA ermöglichen. Ausgehend von diesen Voruntersuchungen, wurde die Anwendung dieser GVRs zur Verbesserung der Effizienz der Genombearbeitung bei Zuckerrüben studiert. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass GVRs von BCTIV und BCTV eine gezielte Mutagenese (Gendeletion) mit hoher Effizienz in Zuckerrüben erzeugen konnte. Die vorläufigen Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass trotz einer höheren Expression der Cas-Nuklease die Rate einer gezielten Genkorrektur bzw. Insertion noch weiter verbessert werden muss.

Um dies zu erreichen, wurden die GVRs zunächst für einen „Proof-of-Concept“ in Tabak (*Nicotiana benthamiana*) durch präzise Modifizierung einer definierten transgenen Ziel-DNA-Sequenz eingesetzt. Es konnte gezeigt werden, dass das BCTV GVR effizient CRISPR/Cas-Komponenten in Pflanzenzellen liefert und die Genomeditierung erheblich verbessert.

Das entwickelte System besitzt großes Potential, die Anwendung von neuen Züchtungstechnologien in Zuckerrübe erheblich effizienter nutzbar zu machen und den Züchtungsfortschritt zu beschleunigen. Dies ist vor dem Hintergrund der immer größeren Anforderungen im Bereich von Eigenschaften der Ertragssicherheit, Qualität sowie Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen biotischen und abiotischen Krankheitsursachen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Kulturpflanze Zuckerrübe dringend erforderlich.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Förderschwerpunktes „Nutzpflanzen der Zukunft“ im Rahmen der Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 unter dem Förderkennzeichen 031B0544A.

Projektbearbeitung: Mark Varrelmann, Omid Eini

## Neue Sensorik zieht ins IfZ ein

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft nimmt Fahrt auf und auch am IfZ halten digitale Technologien Einzug. Mit der Implementierung der Arbeitsgruppe für Sensorik und Datenanalyse nehmen Kameras für Spektral- und Thermografieaufnahmen und 3D-Messgeräte ihre Arbeit auf. Diese sind im Labor, Gewächshaus und auf dem Feld im Einsatz. Jetzt zeugt ein leises Summen auf dem Feld davon, dass Drohnen im Einsatz sind und mit hyperspektraler Sensorik und hochauflösenden Kameras den aktuellen Stand der Parzellen dokumentieren.

Mittels hyperspektraler Sensorik lässt sich zum Beispiel der Gesundheitsstatus der Zuckerrüben in den Parzellenversuchen evaluieren und ein Befall mit Blattkrankheiten klassifizieren. Aktuelle Forschungsfragen der Früherkennung und der automatischen Bonitur können angegangen werden, auch wenn es noch ein langer Weg ist, bis die Maschinen den Wissensstand eines geschulten Boniteurs mit langjähriger Erfahrung haben werden.

Mit dem Spektrometer auf Blattebene, dem Stativ von der Seite, mit der Drohne zwischen 5 und 100 m Höhe oder mit moderner Satellitentechnik wird der Zustand der Versuche aufgezeichnet. Die dabei anfallenden Datenmengen werden auf externen Festplatten gespeichert und auf einem speziellen Server gesichert, um den neuen Anforderungen



*Durch die Bildaufnahme von fliegenden Plattformen (Drohnen) lassen sich Unterschiede im Feld gut erkennen. Dargestellt ist der Systemversuch Fruchtfolge Harste, Aufnahme im April.*

## Berichte aus der Forschung



*Fliegende Plattformen ermöglichen den Überflug der Felder mit hochauflösenden RGB- und Multispektralkameras. Im Bild ist eine DJI Matrice 210 RTK Drohne mit einer Micasense Altum Multispektralkamera zu sehen.*

an die IT-Infrastruktur gerecht zu werden. Nach jedem Überflug werden SD Karten ausgelesen, gesichert, Akkus geladen, Sensoren gesäubert und Überflugpläne für die nächsten Versuche erstellt, abgestimmt, Referenzpunkte aufgestellt und mittels GPS eingemessen.

Ziel ist es, herauszufinden, welche Parameter man genau messen muss, um die jeweilige Forschungsfragestellung zu beantworten. Denn die Forschungsfragen sind vielfältig. Gemeinsam mit den Fachabteilungen werden Themen wie die Erfassung von Trockenstress, die Bewertung von Sortenversuchen, Effekte des Zwischenfruchtanbaus oder ein Monitoring von Vergilbungsviren angegangen. Dafür muss erst ein breites Spektrum an Informationen und Wellenlängen gemessen werden, um dann zu entscheiden, was davon wichtig ist und was nicht. Im Detail bedeutet dies, dass die Hyperspektralkamera das volle Spektrum der Rüben zwischen 380 und 1000 nm misst, um im Idealfall einige wenige Wellenlängen zu identifizieren, die es ermöglichen, zum Beispiel Cercospora in den Zuckerrüben früher als der Mensch zu erkennen.

Neben den großen Drohnen, die einen Kenntnissnachweis erfordern, gibt es auch eine kleinere Drohne für jedermann. Sie lässt sich nach einer kurzen Einweisung einfach fliegen und trägt eine hochauflösende Digitalkamera. Diese ermöglicht eine schnelle Dokumentation der Versuche am IfZ, um Effekte von oben besser sehen zu können und diese in Projektberichten und in Vorträgen zeigen zu können.

Endet die Wachstumsperiode beginnt die Arbeit im Büro, denn die aufgenommenen Daten müssen ausgewertet werden. Routinen zur Trennung zwischen Hintergrund- und Pflanzendaten in den Bilddaten laufen automatisiert und Auswerterroutinen mit maschinellen Lernmethoden analysieren die Daten und überprüfen die vorher implementierten Thesen der Wissenschaftler. Dies geschieht nicht selten über Nacht oder über das Wochenende auf speziellen Servern. Denn sobald die Experimente enden, müssen die Daten ausgewertet werden, um den Plan für das nächste Jahr aufzustellen und das Gelernte in den Experimenten des Folgejahres anwenden zu können oder wiederholt zu evaluieren. Wiederholt sind auch internationale Gastwissenschaftler am IfZ, um sich die Arbeitsabläufe zur Datenstrukturierung, -analyse und automatisierten Verarbeitung erklären zu lassen oder gemeinsame Versuche durchzuführen. Neugegründete Start-ups sind oft zu Gast, um die Herausforderungen auf ihrem Gebiet mit Spezialisten, nicht nur aus der Sensorikgruppe, zu besprechen und gemeinsame Experimente durchzuführen. Sei es als Service für automatisierte Bonituren oder bei der Nutzung neuartiger Mikroklimasensoren, die bei Experimenten

des IfZ die Bodenfeuchte und Temperatur messen und die Messwerte direkt an die Empfangsstation im Sensoriklabor senden.

Mit der angeschafften Sensortechnik bildet die Arbeitsgruppe eine Schnittstelle innerhalb des IfZ zwischen den Abteilungen, um spezifische Fragestellungen der Abteilungen mittels Sensor und Kamertechnik zu unterstützen. Die Datenauswertung wird gemeinsam durchgeführt, denn nur durch das Zusammenspiel von Abteilungsfachwissen, neuartiger Sensorik und dem spezifischen Wissen zur Auswertung und dem Einsatz maschineller Lernmethoden lassen sich Experimentfragestellungen in ihrer Gesamtheit beantworten. Daraus ergeben sich Ansätze zur weiteren gemeinsamen Forschung und neue Möglichkeiten zur Beantragung von Fördermitteln. Ein erstes Resultat ist die Partnerschaft des IfZ bei der DFG-Exzellenzinitiative PhenoRob in Zusammenarbeit mit der Universität Bonn und dem Forschungszentrum Jülich. Hier steht die Übertragung der Techniken in robotische Anwendungen im Vordergrund. Verschiedene Disziplinen vom Pflanzenbau über die Phytomedizin, die Vermessung und Fernerkundung, die Informatik bis hin zur Pflanzenzüchtung ziehen an einem Strang, um neue Technologien auf dem Feld und in der Praxis zu erproben.

Mit der Implementierung der neuen Arbeitsgruppe ist das IfZ gut gerüstet für die Anforderungen der digitalen Landwirtschaft, für die Integration neuer Technologien und die Herausforderungen, die aus der Praxis und Politik an die landwirtschaftliche Forschung heran getragen werden.

Projektbearbeitung: Stefan Paulus, Abel Barreto, Facundo Ispizua, Anne-Katrin Mahlein



*Die Multispektralkamera Micasense Altum misst neben dem sichtbaren Bereich auch den Nahinfrarotbereich in insgesamt fünf Wellenlängen.*



*Im sichtbaren und NIR Bereich wird das Versuchsfeld abgetastet und Spektren aufgenommen. Durch Vergleich dieser Spektren lassen sich spezifische Signaturen für Krankheiten ableiten.*

## Anwendung multispektraler Drohnenfernerkundung zur Erkennung der Cercospora-Blattfleckenkrankheit in Sortenversuchen

Die Bonitur von Cercospora-Blattflecken ist ein zeitaufwändiger Prozess, der geschultes Personal erfordert. Die Befallshäufigkeit und die Befallsstärke sind zuverlässige Parameter und Werkzeuge zur Identifizierung resistenter Sorten im Pflanzenzüchtungsprozess. In einem dreijährigen Forschungsprojekt mit den COBRI-Partnern IRBAB, IRS und NBR werden Methoden der Sensortechnologien zur Erfassung von Blattkrankheiten erarbeitet.

Im Jahr 2019 wurde ein in der Nähe von Göttingen angesiedelter und mit *Cercospora beticola* künstlich inokulierter Zuckerrüben-Feldversuch mit einem unbemannten Fluggerät, einer sogenannten Drohne, ausgestattet mit einem multispektralen Kamerasystem, über die Zeit der Vegetationsperiode überwacht (Abb. 1a - b). Die Flugmission ermöglichte es, Bilder mit einer Bodenauflösung von 0,4 cm aufzunehmen, die eine Erkennung einzelner Blattflecken auf den Bildern erlaubte. Parallel dazu wurden Boniturdaten der Befallshäufigkeit und Befallsstärke ausgewertet, um die digitale Auswertung zu validieren. Diese Boniturdaten werden im Sprachgebrauch der Fernerkundung als Ground-truth bezeichnet.

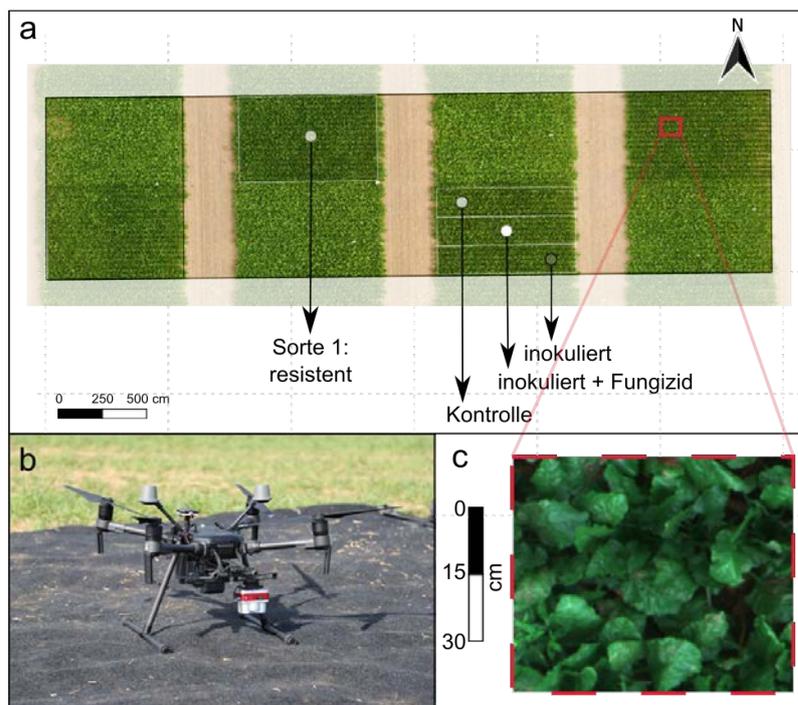


Abb. 1: a) Versuchsfeld „Cercospora COBRI 2019“ bei Göttingen, b) Drohne mit multispektralem Kamerasystem, c) hoch auflösende RGB-Darstellung.

Die erste Strategie zur Analyse von multitemporalen Orthomosaik-Multispektralbildern von inokulierten Parzellen wurde in zwei Zielobjekte unterteilt: (1) Detektion von Pflanzenvegetation und (2) Detektion der Cercospora-Blattflecken (Abb. 2a - c). Integration von spektralen Parametern, Vegetationsindizes und „machine-learning“-Methoden sollen die Klassifikatoren für jedes Zielobjekt robuster machen. In einem zweiten Prozess werden morphologische Analysen der Pflanzenvegetation und Cercospora-Blattflecken zur Berechnung von Befallshäufigkeit und Befallsstärke getestet.

Die multispektrale Drohnenfernerkundung bietet ein großes Potenzial, um die Parameter der Befallshäufigkeit und Befallsstärke präzise zu erfassen. Aktuell wird das Verfahren in Zeitreihen für das gesamte COBRI-Versuchsfeld in 24 Parzellen unter Verwendung der Bonituren von Befallshäufigkeit und Befallsstärke validiert. Um verlässliche und wiederholbare multispektrale Bildanalysen zu standardisieren, werden die Umgebungsbedingungen einschließlich des Einflusses von Schatten, Spiegelungen und der radiometrischen Kalibrierung berücksichtigt.

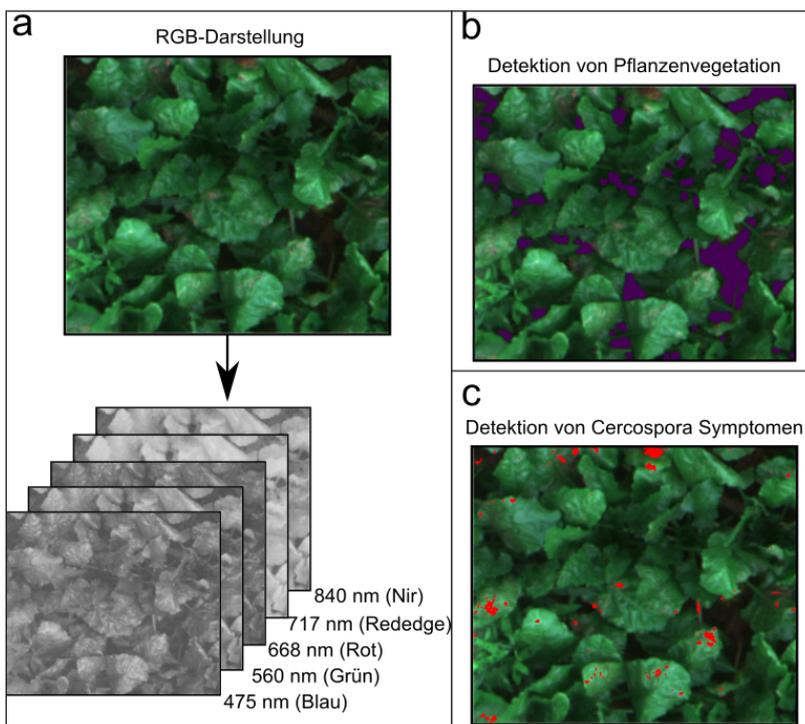


Abb. 2: a) RGB-Repräsentation eines Orthomosaik-Multispektralbildes, b) Pflanzenvegetation als Zielobjekt und Maskierung des Hintergrundes, c) Cercospora-Blattflecken als Zielobjekt (rot).

Das Kooperationsprojekt wird finanziert durch die COBRI-Partner IRBAB, IRS, NBR und IfZ.

Projektbearbeitung: Abel Barreto, Stefan Paulus, Anne-Katrin Mahlein

### Der Koordinierungsausschuss und seine Arbeitskreise

**Der Koordinierungsausschusses (KA) am Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ) und seine Arbeitskreise (AK) befassen sich mit aktuellen und zukunftsorientierten Themen des Anbaus von Zuckerrüben und der Planung von nationalen und internationalen beratungsbezogenen Feldversuchen (technische Forschung) in den Bereichen Pflanzenbau, Pflanzenschutz und Sorten.**

Fachlich unterstützt wird der KA durch seine Arbeitskreise, die seit 2017 operativ selbständig arbeiten. Ergänzend kommen Sitzungen zu Themen besonderer Bedeutung hinzu, wie z. B. zum Auftreten von Blattläusen und Viren oder dem Syndrome des Basses Richesses. Über die Sprecher der AK aus dem IfZ wird das Fachwissen des Instituts eingebunden. Die internationale Kooperation erfolgt in der technischen Forschung mit dem Verbund Coordination Beet Research International (COBRI), bestehend aus den Rübenforschungsinstituten in Belgien, Deutschland, Dänemark/Schweden und den Niederlanden. Die Organisation des KA und die Programmkoordination in COBRI erfolgt über die Abteilung Koordination des IfZ. Vom KA oder in COBRI geplante Feldversuchsserien werden wechselseitig mit Beteiligung der regionalen Arbeitsgemeinschaften in Deutschland bzw. international mit Beteiligung der COBRI-Partnern durchgeführt.

Aktuell liegen besondere fachliche Herausforderungen in dem zumindest regional, aber auch häufig überregional erheblichen und mehrjährigen Auftreten von Schädlingen und Krankheiten in einem bisher nicht gekannten Ausmaß. Gleichzeitig ändern sich die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen. Dies betrifft aktuell insbesondere die Bereiche Düngung und Pflanzenschutz. Neben den regulatorischen Hürden in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln ist die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln zunehmend politisch geprägt. Die politische Prägung besteht sowohl auf Ebene der EU, individuell in den EU-Mitgliedsstaaten und in Deutschland zusätzlich variierend auf Ebene der Bundesländer. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf das Anmeldeverhalten von Pflanzenschutzmittelunternehmen für Wirkstoffe in der EU und für Pflanzenschutzmittel in den einzelnen Mitgliedsstaaten. Weiterhin sind Ackerbaustrategien des Bundes und z. T. in den Bundesländern in der Entwicklung, deren konkrete Auswirkungen für den Anbau von Zuckerrüben im Detail nicht abgeschätzt werden können.

Für die Beratung werden konkrete, verlässliche Informationen basierend auf validen Ergebnissen aus neutral durchgeführten Feldversuchen

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

benötigt, um Entscheidungen für einen effizienten Zuckerrübenanbau zu ermöglichen. Dies wird zu allen relevanten Themen bereits seit mehreren Jahrzehnten im Koordinierungsausschuss und den Arbeitskreisen als gemeinsames Ergebnis aller Beteiligten weiterentwickelt und optimiert. Die großen Herausforderungen aus aktuellem Schädlings- und Krankheitsbefall, wie der Rübenmotte mit 2018 erstmals aufgetretenen Fäulen nach Befall, dem regional sehr hohen Befallsdruck mit *Cercospora beticola* bei gleichzeitig zunehmender Resistenzentwicklung gegenüber Strobilurinen und abnehmender Verfügbarkeit von wirksamen Fungiziden oder dem seit etwa 2017 großflächigen Auftreten des Syndroms des Basses Richesses konnten mit den bisherigen Möglichkeiten im koordinierten Versuchswesen nur bedingt bearbeitet und gelöst werden. Neue Fragen müssen adressiert werden und experimentelle Ansätze für die Erprobung z. B. bezüglich der Kontrollmöglichkeiten der Grünen Pfirsichblattlaus als Vektor für Vergilbungsviren sowie weiterer Schädlinge, die aufgrund der besonders warmen und niederschlagsarmen Witterung der letzten Jahre verstärkt aufgetreten sind und hohes Schadenspotential haben, müssen erarbeitet werden. Dies erfordert verstärkte Aktivitäten und die Einbindung wissenschaftlicher Expertise, da es bisher an präziser Kenntnis der relevanten Faktoren fehlt und kurzfristige Lösungen bisher nicht absehbar sind. Im Sinne des Integrierten Pflanzenschutzes kommt hier der Leistung von Sorten eine wichtige Rolle zu. Die Prüfung auf vielfältige und komplexe Merkmale von Sorten im Zusammenhang mit Krankheitsresistenz und -toleranz für die oben genannten Schadursachen ist von außerordentlicher Bedeutung und Bedarf einer steten Weiterentwicklung der Versuchsansätze und der Analyse der Daten.

Aus den Anforderungen der Gesellschaft an die Landwirtschaft, die sich demnächst in den bereits erwähnten Ackerbaustrategien manifestieren, werden sich Fragestellungen zum Anbau von Zuckerrüben entwickeln, die veränderte und wahrscheinlich komplexere Anforderungen an das Versuchswesen stellen. Dies wird im Sinne einer validen Beratung nur leistbar sein, wenn die wissenschaftliche und die technische Forschung sehr eng zusammenarbeiten und die überregionale Leistungsfähigkeit des durch den KA-organisierten Versuchswesens effizient genutzt wird. Dabei wird auch die Nutzung digitaler Technologien eine zunehmende Bedeutung erfahren. Die internationale Perspektive über Aktivitäten in COBRI wird eine wichtige zukunftsorientierte Ergänzung darstellen können.

Insbesondere die für mittel- und langfristige Strategien erforderlichen Feldversuchsaktivitäten benötigen verlässliche Rahmenbedingungen,

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

die derzeit noch nicht ausreichend deutlich sind. Unter anderem für die Düngung und den Pflanzenschutz ist im Mai 2020 die (Reduktions-) Strategie der EU-Kommission „Vom Hof auf den Tisch“ veröffentlicht worden. Im Jahr 2022 soll es für den Pflanzenschutz die Textfassung für eine Überarbeitung der EU-Richtlinie zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln geben. Dieses Thema wird vom AK Pflanzenschutz des KA aufgegriffen.

Es besteht daher eine erhebliche Planungsunsicherheit bezüglich übergeordneter Themen für den Anbau von Zuckerrüben, die von Relevanz für die Arbeit des Koordinierungsausschusses und der Arbeitskreise sind. Andererseits werden mehrere Jahre überregionale Versuchstätigkeit benötigt, um zu validen Aussagen für die Beratung zu kommen. In diesem Spannungsfeld wird die Leistungsfähigkeit einer guten überregionalen Zusammenarbeit von erheblicher Bedeutung für den Zuckerrübenanbau sein. Eine Aufgabe, die im Koordinierungsausschuss in den zurückliegenden Jahren gut gelöst wurde, in der Zukunft aber eine noch größere Herausforderung darstellt.

Schlaglichter zu Projekten aus den Arbeitskreisen sind auf folgenden Seiten dargestellt: S. 26 (Koordinierte Forschung – Streifenversuche *Rhizoctonia solani*), S. 45 (Ringversuch Fungizide – Resistenzmanagement), S. 47 (Ringversuch Herbizide) und S. 49 (Sortenversuch – Lagerung).



## Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement

Die *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit gewinnt in Deutschland zunehmend an Bedeutung. Gleichzeitig verlieren vorhandene Fungizide an Wirksamkeit. Daher müssen effiziente Bekämpfungsstrategien entwickelt werden, um die Erträge zu stabilisieren und die weitere Verbreitung von Resistenzen einzudämmen. Im Arbeitskreis Pflanzenschutz des Koordinierungsausschusses wurde die Fragestellung zusammen mit Pflanzenschutzmittelunternehmen über eine mehrjährige Versuchsserie bearbeitet. Insbesondere das Resistenzmanagement bei unterschiedlich anfälligen Sorten stand im Fokus.

Die Versuche wurden in Verantwortung der regionalen Arbeitsgemeinschaften in den Jahren 2017-2019 an insgesamt 12 Standorten in Deutschland durchgeführt. Prüffaktoren waren Sortentyp (anfällig bzw. tolerant gegenüber *Cercospora beticola*) und Fungizidstrategie. Neben einer unbehandelten Kontrolle wurden vier Fungizidstrategien geprüft. Zwei davon entsprachen praxisüblichen Spritzfolgen mit systemisch wirksamen Fungiziden (Epoconazol, Thiophanat-methyl, Difenoconazol, Kresoxim-methyl). Die anderen beiden Spritzfolgen waren Kombinationen aus den genannten systemischen Fungiziden und Kontaktfungiziden als zusätzlichem Wirkungsmechanismus (Kupferhydroxid, Mancozeb). Die beiden geprüften Kontaktfungizide sind in Deutschland derzeit nicht regulär zugelassen. Die Applikation der Fungizide erfolgte sortenspezifisch nach dem summarischen Schwellenwertsystem (5/15/45).

Die *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit entwickelte sich in den einzelnen Umwelten hinsichtlich Epidemiebeginn und -verlauf sehr unterschiedlich. In Abbildung 1 ist exemplarisch der Befallsverlauf von zwei Standorten dargestellt. Während in Makofen 2017 die Befallsstärke erst im Verlauf des Septembers in der anfälligen Sorte stark zunahm (Abb. 1A), führte der Befallsdruck in Steinweiler 2018 bereits im August zu einer

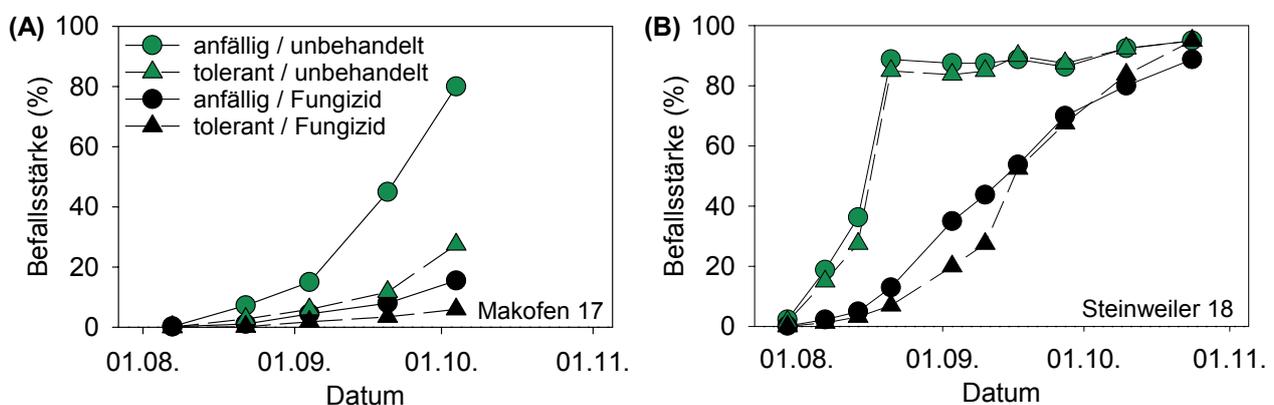


Abb. 1: Entwicklung der Befallsstärke der *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit bei einer anfälligen und einer toleranten Zuckerrübensorte in ausgewählten Umwelten, dargestellt für die unbehandelte Kontrolle und einer praxisüblichen Spritzfolge mit Fungiziden.

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

sehr starken Zunahme der Befallsstärke beider Sorten (Abb. 1B). Die Befallsstärke stieg in der Kontrolle deutlich stärker als in den behandelten Parzellen.

Insgesamt zeigte sich, dass alle Fungizidstrategien den Befall in den einzelnen Umwelten reduzierten. Bei moderatem Befall war diese Reduktion insbesondere bei der toleranten Sorte nicht immer ertragswirksam. Ferner erreichte die tolerante Sorte die Schwelle für die zweite bzw. dritte Fungizidapplikation an einigen Standorten um bis zu drei Wochen später als die anfällige Sorte. Bei stärkerem bis extremem Befall zeigten die Fungizidstrategien, die neben den systemischen Wirkstoffen zusätzlich ein Kontaktfungizid enthielten, eine verbesserte Wirkung auf den Befall und den Bereinigten Zuckerertrag. Sowohl tolerante Sorten, als auch die nur für Notfallsituationen zugelassenen Kontaktfungizide können aktuell zum Resistenzmanagement von *C. beticola* beitragen.



*Hier zeigen sich Unterschiede im Befall mit Cercospora beticola, welche auf Sortentoleranz und Fungizidstrategie zurückzuführen sind.*

### Ringversuch Herbizide

Die Unkrautbekämpfung ist eine der wichtigsten Maßnahmen, um das Ertragspotential im Zuckerrübenanbau nutzen zu können. Der zulassungsbedingte Ausfall von bisher häufig genutzten Herbiziden könnte die Wirksamkeit der chemischen Unkrautbekämpfung wesentlich beeinträchtigen. Die Fragestellungen im Ringversuch Herbizide werden in der jährlichen Zusammenarbeit zwischen dem Arbeitskreis Pflanzenschutz des Koordinierungsausschusses und den Pflanzenschutzmittelunternehmen erarbeitet. Die Versuchsdurchführung erfolgt in Verantwortung der regionalen Arbeitsgemeinschaften in den Rübenanbauregionen Deutschlands.

Im Jahr 2019 wurde schwerpunktmäßig die Wirkung von Herbizidapplikationen ohne die Wirkstoffe Desmedipham und Phenmedipham gegenüber den natürlich vorkommenden Unkrautarten in Zuckerrüben unter verschiedenen Umweltbedingungen geprüft. Diese beiden blattaktiven Wirkstoffe bildeten bisher gemeinsam mit dem primär bodenwirksamen Wirkstoff Metamitron die Basis der chemischen Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben. Im Rahmen der regulären Erneuerung der Wirkstoffzulassung auf EU-Ebene muss für Desmedipham und Phenmedipham eine Bewertung erfolgen. Für Desmedipham wurde bereits entschieden, die Genehmigung als Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln nicht zu erneuern. Für Phenmedipham ist das Ergebnis der Bewertung zum gegenwärtigen Zeitpunkt offen.



Weißer Gänsefuß (*Chenopodium album*) in der unbehandelten Kontrolle.

Die Bekämpfung der Unkräuter erfolgte durch drei Nachauflaufbehandlungen im Keimblattstadium der Unkräuter. Bei der Standortwahl wurde nicht zwischen verschiedenen Verunkrautungen differenziert. Das Unkrautspektrum der insgesamt 10 Standorte war 2019 durch Weißen Gänsefuß (*Chenopodium album*) und Windenknöterich (*Polygonum convolvulus*) geprägt. Die Versuche waren vollrandomisiert als lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen angelegt. Neben einer unbe-

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

handelten Kontrolle und zwei Vergleichsvarianten mit Desmedipham und/oder Phenmedipham wurden systematische Kombinationen ohne diese beiden Wirkstoffe geprüft. Der Wirkungsgrad der Herbizide wurde 10 bis 14 Tage nach der dritten Nachauflaufbehandlung bonitiert.

Weißer Gänsefuß war an allen 10 Standorten aufgetreten und hatte in der unbehandelten Kontrolle im Mittel aller Standorte einen Unkrautdeckungsgrad von 32,2 % (Abb. 1). Die Wirkung gegenüber Windenknöterich konnte an sechs Standorten geprüft werden, wobei der Unkrautdeckungsgrad in der unbehandelten Kontrolle im Mittel der Standorte bei 5,8 % lag. Ohne Desmedipham und Phenmedipham waren die Wirkungsgrade nur bei deutlicher Erhöhung anderer in der Tankmischung enthaltener Wirkstoffe und der Ergänzung weiterer blattaktiver Wirkstoffe (Triflufurfuron-methyl bzw. Clopyralid) auf dem Niveau der Desmedipham/Phenmedipham-haltigen Varianten. Zur Beurteilung der herbiziden Wirkung gegenüber anderen in Zuckerrüben bedeutenden Unkrautarten sind weitere Versuche erforderlich.

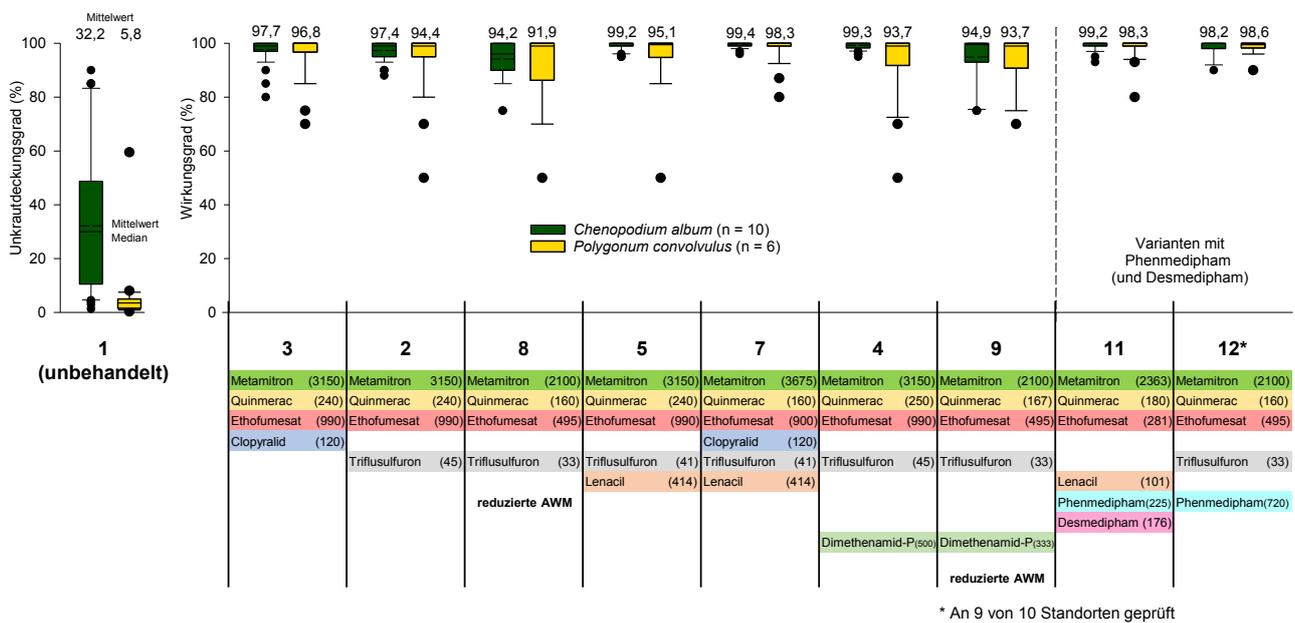


Abb.1: Unkrautdeckungsgrad von Weißem Gänsefuß und Windenknöterich in der unbehandelten Kontrolle (A) sowie Wirkungsgrad verschiedener Herbizidvarianten (B) mit Wirkstoffen und Wirkstoffmengen der Spritzfolge. 10 bzw. 6 Feldversuche mit Zuckerrüben in Deutschland, 2019.

### Sortenversuch – Lagerung

**Aufgrund längerer Kampagnen in den Zuckerfabriken hat die Lagerung von Zuckerrüben vor der Verarbeitung in den vergangenen Jahren immer mehr Bedeutung gewonnen. Während der Lagerung treten Zuckerverluste auf, die in ihrer Höhe sehr variabel sind. Sie hängen von den Lagerungsbedingungen (z. B. Temperatur, Dauer) und den Eigenschaften der gelagerten Rüben (z. B. Beschädigungen, Besatz mit pathogenen Mikroorganismen) ab. Durch ein angepasstes Lagerungsmanagement lassen sich diese Verluste minimieren.**

Aus zahlreichen Versuchen – auch des Instituts für Zuckerrübenforschung – ist bekannt, dass es genotypische Unterschiede in der Lagerfähigkeit von Zuckerrüben gibt. Die im Anbau stehenden Zuckerrübensorten werden auf diese Eigenschaft jedoch nicht untersucht, so dass es keine aktuellen Informationen über mögliche Sortenunterschiede gibt, die für die Sortenwahl und Beratung genutzt werden könnten.

Um zu klären, ob und wie die Lagerfähigkeit als eine mögliche Sorteneigenschaft von Zuckerrüben beschrieben werden kann, wurde in Abstimmung zwischen dem Arbeitskreis Sorten des Koordinierungsausschusses und den Züchtungsunternehmen eine dreijährige Versuchsserie (Anbaujahre 2016-2018) konzipiert und bei den regionalen Arbeitsgemeinschaften und dem IfZ durchgeführt. In jedem Jahr wurden im Frühsommer drei als Sortenleistungsvergleich angelegte Versuche in verschiedenen Anbauregionen ausgewählt, die besonders homogen und möglichst frei von Krankheiten und Schädlingen waren. Die Versuche wurden einfaktoriell weitergeführt, d. h. mit einheitlicher Fungizidapplikation in allen vier Parzellen einer Sorte. Die Kombination aus Standort und Jahr wird als Umwelt zusammengefasst. Die Sorten für die Lagerungsversuche wurden jährlich von den Züchtungsunternehmen benannt, 13 Sorten wurden dreijährig geprüft. Das Verfahren bei der Lagerung wurde im Arbeitskreis Sorten mit allen Züchtungsunternehmen und dem Bundessortenamt abgestimmt und sollte in der Routine der Sortenversuche anwendbar sein.

Um die Lagerungsbedingungen zu standardisieren, wurden die Rüben nach der Ernte zum IfZ transportiert und dort in Klimacontainern für ca. sieben Wochen bei 10 °C gelagert. Die Rüben aus jeder Parzelle wurden gewogen und in zwei Teilproben aufgeteilt. An den nicht gelagerten Referenzproben wurde der Erdanhang und der Zuckergehalt zum Zeitpunkt der Einlagerung ermittelt. Nach der Lagerung wurden die Rüben erneut gewogen und der Zuckergehalt nach der Lagerung bestimmt. Daraus wurde die Zuckermenge vor und nach Lagerung berechnet.



*Die Rüben werden nach der Ernte mit einem Probenteiler auf zwei Teilproben aufgeteilt.*

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

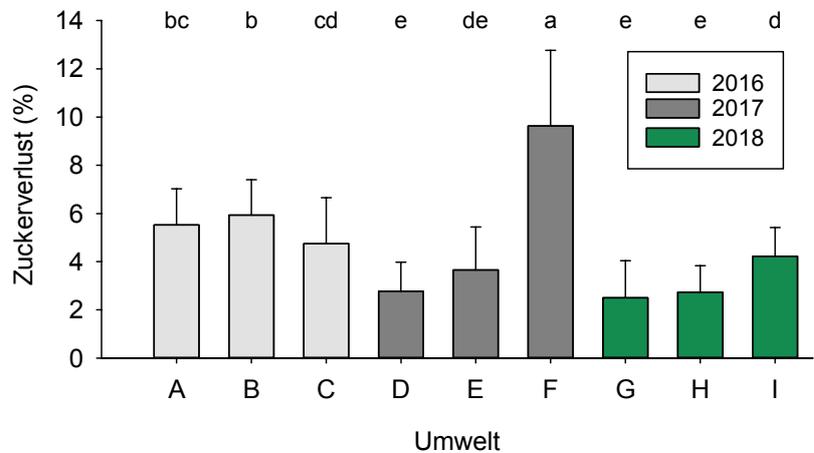


Abb. 1: Zuckerverluste (% der eingelagerten Menge) bei der Lagerung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von der Umwelt. Lagerung in Klimacontainern, ca. 7 Wochen bei 10 °C. Mittelwert aus 13 Sorten; unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (t-Test,  $\alpha \leq 0,05$ ).

Die Differenz zwischen beiden entspricht den Zuckerverlusten, die in Prozent der eingelagerten Menge angegeben werden.

Zwischen den Umwelten variierten die Zuckerverluste von 2,5-9,6 % der eingelagerten Zuckermenge (Abb. 1). Da die Lagerungsbedingungen standardisiert waren, beruht der Umwelteffekt auf Einflüssen während der Vegetationsperiode. Ein klarer Jahreseffekt war nicht erkennbar. Auffällig waren die hohen Verluste in Umwelt F. An diesem Standort war das Syndrom des Basses Richesses (SBR) aufgetreten, was allerdings erst nach der Ernte belegt wurde. Die hohen Verluste in dieser Umwelt bestätigen, dass Zuckerrüben, die während der Vegetationsperiode Stress ausgesetzt waren, für die Lagerung häufig nicht gut geeignet sind. Der Versuch wurde daher in die weitere Auswertung nicht einbezogen.



Lagerung unter kontrollierten Bedingungen im Klimacontainer.

Zwischen den Sorten variierte der Zuckerverlust von 3,1-4,9 % der eingelagerten Menge, die Unterschiede zwischen den Sorten waren allerdings nicht signifikant (Abb. 2). Damit war der Sorteneinfluss auf die Zuckerverluste deutlich geringer als der Einfluss der Umwelt. In früheren Versuchen wurden unter ähnlichen Lagerungsbedingungen z. T. höhere Verluste und wesentlich größere genotypische Unterschiede festgestellt. Dabei wurden allerdings häufig Genotypen ausgewählt, die eine möglichst große Variation der Lagerfähigkeit erwarten ließen. In der aktuellen Versuchsserie war dies nicht der Fall. Mögliche Ursache für die hier festgestellten geringen Sortenunterschiede in der Lagerfähigkeit sind eine insgesamt geringere Variation der am Markt befindlichen Sorten und/oder die Auswahlkriterien der Züchtungsunternehmen für das Prüfsortiment. Für die Beratung relevante Sorteneffekte lassen

## Koordinierungsausschuss und koordinierte Versuche

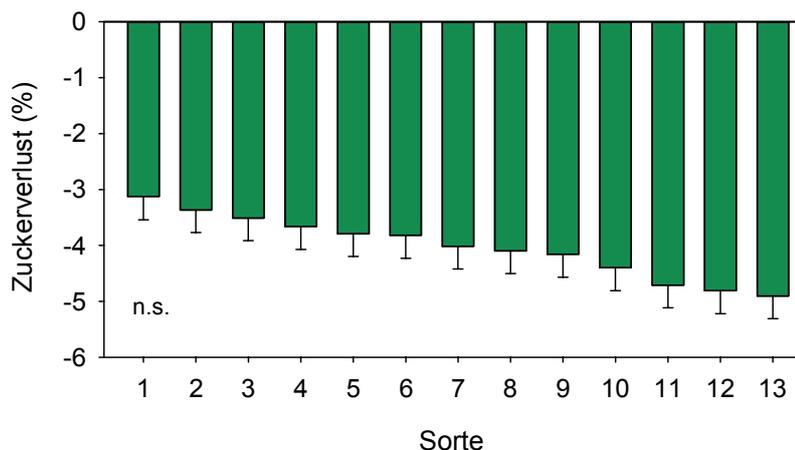


Abb. 2: Zuckerverluste (% der eingelagerten Menge) bei der Lagerung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von der Sorte. Lagerung in Klimacontainern, ca. 7 Wochen bei 10 °C. Mittelwert aus 8 Umwelten, 2016-2018; n. s.: nicht signifikant (t-Test,  $\alpha \leq 0,05$ ).

sich aus den Ergebnissen nicht ableiten, so dass eine Fortführung der Lagerungsversuche im Rahmen der Sortenleistungsvergleiche nicht vorgesehen ist.

Dennoch bleibt die Lagerfähigkeit der Zuckerrübe ein wichtiges Forschungsgebiet, damit auch in Zukunft Sorten mit günstigen Eigenschaften zur Verfügung stehen. Auf der Grundlage der aktuell in der Abteilung Physiologie durchgeführten Untersuchungen lassen sich möglicherweise Verfahren zur Beschreibung der Lagerstabilität entwickeln, die einen geringeren Zeit- und Arbeitsaufwand erfordern, als die bislang durchgeführten Lagerungsversuche.

Projektbearbeitung: Christine Kenter

### Öffentlichkeitsarbeit

Die am IfZ gewonnenen Erkenntnisse werden zielgruppenspezifisch kommuniziert. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler publizieren die Arbeitsergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften und stellen sie auf Fachtagungen und Kongressen vor. Der Wissenstransfer in die Praxis und Beratung erfolgt über Veröffentlichungen in Praxisjournalen, Berichte in Arbeitskreisen und Beteiligung an Feldtagen. Auch die breite Öffentlichkeit wird über den Zuckerrübenanbau, die Forschungsinhalte und Aktivitäten des IfZ informiert.



Zur Öffentlichkeitsarbeit des IfZ gehört auch die Präsentation von Forschungsergebnissen über Homepage und Jahresbericht, die Pressearbeit, Betreuung von Besuchergruppen aus dem In- und Ausland sowie die Beteiligung an Großveranstaltungen wie der Internationalen Grünen Woche. Auf aktuelle Ereignisse und abgeschlossene Dissertationen wird über Pressemitteilungen hingewiesen.

#### Göttinger Zuckerrübenanbau 2019

Von A wie Anbausystem bis Z wie Zuckerertrag mit Schwerpunkten auf Pflanzenschutz und Lagerung: Ca. 340 Teilnehmerinnen und Teilnehmer diskutierten am 05. September 2019 auf der 14. Göttinger Zuckerrübenanbau über aktuelle Themen rund um die Zuckerrübe. Dazu gehörten u.a. Trockenstress, Fruchtfolgewirkungen von Zuckerrüben, Krankheiten wie das „Syndrome basses richesses“ oder verschiedene Vergilbungsviren sowie Ergebnisse zum sensorgestützten Monitoring von Blattkrankheiten im Pflanzenbestand auf dem Feld. In angeregten Diskussionen wurden die Weiterentwicklung des Zuckerrübenanbaus und aktuelle sowie zukünftige Herausforderungen von allen Seiten betrachtet.



#### Internationale Grüne Woche

Auch 2018 und 2019 unterstützten Mitarbeiterinnen aus dem IfZ den Stand der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker (WVZ) in der Halle des Erlebnisbauernhofes auf der Internationalen Grünen Woche. Es wurden schon im Herbst Zuckerrüben im Gewächshaus des IfZ angezogen, um auf der Grünen Woche ein kleines Rübenfeld aufzubauen und den Zuckerrübenanbau zu demonstrieren. Außerdem wurden Fragen rund um die Zuckerrübe beantwortet und es bestand die Möglichkeit, ein Stück Zuckerrübe, Fruchtaufstrich und Waffeln zu probieren.

## Ausgezeichnet

Im Januar 2019 wurde die Direktorin des IfZ, Anne-Katrin Mahlein, zur außerplanmäßigen Professorin ernannt. Die Urkunde der Georg-August-Universität Göttingen wurde ihr von der Dekanin der Fakultät für Agrarwissenschaften Prof. Dr. Elke Pawelzik überreicht. Verbunden mit der Ernennung zur apl. Prof. ist die Prüfungsberechtigung für alle akademischen Abschlüsse einschließlich Promotionen und Habilitationen sowie die freie Gestaltung der Lehre an der Göttinger Agrarfakultät.

Auch in den Jahren 2018 und 2019 hat der Ausschuss für Forschung und Prüfung von Preisarbeiten des Vereins Deutscher Zuckertechniker (VDZ) wieder mehrere Autoren aus dem IfZ für ihre Publikationen in der Zeitschrift Sugar Industry ausgezeichnet. Preisträger und -trägerinnen sind 2018: Dr. Christine Kenter, Dr. Nelia Nause, Dr. Cord Buhre und Dr. Sebastian Liebe. Für Publikationen aus dem Jahr 2019 wurden prämiert: Gunnar Kleuker, Dr. Philipp Götze, Dr. Roxana Hossain und Dr. Frederike Imbusch.

1. Platz in der Syngenta Crop Challenge in Analytics 2019: Gemeinsam mit Dr. Bogdan Georgiev, Kostadin Cvejovski, Cesar Ojeda, Dr. Jannis Schücker und Prof. Dr.-Ing. Christian Bauchhage vom Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme in Sankt Augustin hat Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein vom IfZ am Wettbewerb 2019 teilgenommen. Die eingereichte Arbeit trägt den Titel "Combining expert knowledge and neural networks to model environmental stresses in agriculture" und beschreibt einen Lösungsansatz, bei dem Expertenwissen mit der Methode der neuronalen Netze aus dem Fachgebiet des maschinellen Lernens kombiniert wird. Prof. Mahlein vertrat die landwirtschaftliche Expertise in der Gruppe und setzte die Ergebnisse in den agrarwissenschaftlichen Kontext.

Förderpreis der süddeutschen Zuckerwirtschaft 2019 geht ans IfZ  
Der Förderpreis der süddeutschen Zuckerwirtschaft wird jährlich für hervorragende wissenschaftliche Bachelor- oder Masterarbeiten oder Dissertationen vergeben. Die Ergebnisse aus den Arbeiten sollen neue Erkenntnisse für den Zuckerrübenanbau erbringen. Vergeben wird der Förderpreis jeweils im Januar im Rahmen der Vortragsstagung des Kuratoriums für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau. Im Jahr 2019 ging der Förderpreis an Johannes Schmid, der seine Masterarbeit im IfZ anfertigte, und an Dr. Marlene Laufer, die für ihre Dissertation ausgezeichnet wurde.



*Apl. Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein.*

## Kompetenznetzwerk für Digitalisierung in der Landwirtschaft

Mit der Förderung ausgewählter Test- und Experimentierfelder in der Landwirtschaft durch das BMEL wird die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich vorangetrieben. Im Oktober 2019 trafen sich rund 30 Experten aus der Wissenschaft, von Verbänden sowie die Sprecher der Experimentierfelder im BMEL in Bonn zur Gründungssitzung des Kompetenznetzwerks „Digitalisierung in der Landwirtschaft“. Die Mitglieder des Kompetenznetzwerks werden die Experimentierfelder mit viel Digital- und Agrarkompetenz unterstützen und begleiten. Sie tragen zur Vernetzung und wissenschaftlichen Begleitung bei und verstärken Synergieeffekte. Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen aus allen Bereichen der Digitalisierung in der Landwirtschaft sollen im Netzwerk analysiert und Lösungsvorschläge erarbeitet werden. Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein ist Mitglied im Kompetenznetzwerk. Im Rahmen der Bekanntmachung „Digitale Experimentierfelder hat im Februar 2020 das Projekt „FarmerSpace“ zur Entwicklung und Testung digitaler Technologien für den Pflanzenschutz gestartet. Projektpartner sind neben dem IfZ die Abteilung Agrartechnik der Universität Göttingen, die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung (Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB) und die Landwirtschaftskammer Niedersachsen.



Gründungssitzung des Kompetenznetzwerks „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ im Oktober 2019. Foto: BMEL/Photothek

## Lehre am IfZ

Als An-Institut der Georg-August-Universität Göttingen engagiert sich das IfZ in der Lehre der Fakultät für Agrarwissenschaften. Im Bachelor-, Master- und Doktorandenstudium halten Dozentinnen und Dozenten aus dem IfZ Vorlesungen, betreuen Seminare und führen Übungen und Exkursionen mit den Studierenden durch. Im Berichtszeitraum wurden 10 Bachelor- und 25 Masterarbeiten am IfZ betreut und 2 Promotionen abgeschlossen.

Das zweijährlich stattfindende Modul „Pflanzenproduktion und vor- und nachgelagerter Bereich in Mitteleuropa“ führte im Juli 2019 eine Gruppe von 13 Doktorandinnen und Doktoranden unter der Leitung von Prof. Anne-Katrin Mahlein nach Tschechien und Österreich.

Mit dem Auto ging es früh morgens in Richtung Tschechien los. Auf halber Strecke wurde in der Nähe von Leipzig (Zschortau) ein Biobetrieb der Südzucker AG mit Zuckerrüben, Putenmast und einem eigenen Futtermischwerk besichtigt. Eindrucksvoll war die notwendige umfangreiche Handarbeit für den Anbau von Biozuckerrüben. Am Nachmittag ging es weiter zu dem Versuchsbetrieb „AgroVation“ des Landmaschinenherstellers Horsch bei Prag. Dort wurden uns die aktuellen Versuchsfragen dieses Betriebes erläutert, zu denen auch das Controlled Traffic Farming (CTF) gehörte. Die Besonderheiten dieses Systems wurden uns bei einem Rundgang über den mit einzigartigen Vorserienmodellen gefüllten Hof genauer erläutert. Anschließend ging es auf die Felder zu einem Weizen-Saatstärkeversuch mit Vereinzlungstechnik und zu Feldern mit Mohn- und Zuckerrübenanbau. Den Abschluss des langen Tages bildete ein deftiges Abendessen in Prag.



*Die Exkursionsgruppe in einem Zuckerrübenversuchsfeld in Oberösterreich.*

## Schlaglichter aus dem IfZ



*Untersuchung eines charakteristischen Bodenprofils - ein Tschernosem - in Oberösterreich.*

Bereits um 7 Uhr am nächsten Morgen startete die Gruppe in Richtung Österreich. Direkt hinter der Grenze im nördlichen Weinviertel in Oberösterreich wurden wir von Mitarbeitern des Fruchtzubereitungs-, Stärke-, und Zuckerherstellers Agrana sowie des Pflanzenzüchtungs-Unternehmens KWS empfangen und unverzüglich zu einem Feldversuch mit unterschiedlichen Zwischenfrüchten als Vorfrüchte für Zuckerrüben geleitet. Aufgrund der hohen Mittagstemperaturen wurde die Mittagszeit in einem schattigem Heurigen verbracht. Gut gestärkt ging es auf weitere Zuckerrübenversuchsfelder mit Versuchsfragen aus dem Bereich Pflanzenschutz wie beispielsweise die Erprobung von Bekämpfungsmethoden gegen den Rübenderbrüssler. Der Rübenderbrüssler ist ein in Deutschland unbekannter Schädling, der in den letzten beiden Jahren in Österreich jedoch zu massiven Schäden geführt hat. Der Tag endete in der Hauptstadt Wien beim gemeinsamen Abendessen mit typisch Wiener Tafelspitz.

Am nächsten Tag stand eine Stadtführung auf dem Plan. Zur Überraschung aller wurde diese nicht wie üblich zu Fuß, sondern auf dem modernen Fiaker, dem Segway, verbracht. Nach kurzer Eingewöhnung ging es ohne Sturz einmal um die Ringstraße und durch die Hofburg, immer auf der Suche nach den imposantesten Gebäuden Wiens. Den Nachmittag verbrachten wir bei der Agrana-Forschungsabteilung, die für uns ihre Labore öffnete und dabei die große Vielfalt der Forschungsbereiche zeigte. Neben pflanzenbaulicher Forschung wird im Ernährungssektor an neuen Fruchtaufstrichen und modifizierten Stärken zum Backen geforscht. Darüber hinaus gibt es Untersuchungen zu abbaubaren Kunststoffen auf Stärkebasis.

Vor der Heimfahrt am letzten Tag konnten wir die einzigen Zuckerrüben-Vermehrungsflächen nördlich der Alpen ansehen. Dabei bestaunten wir sowohl die Stecklingsproduktion als auch die kurz vor der Ernte befindlichen Schosserrüben. Die zweijährige Saatgutproduktion von Zuckerrüben findet sonst in Südfrankreich oder Italien statt. Während der langen Heimfahrt blieb viel Zeit, um über die vielen neugewonnen Erkenntnisse der Reise zu diskutieren.

Ein besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen der landwirtschaftlichen Betriebe und den Unternehmen für ihre außerordentliche Gastfreundschaft.

## Veröffentlichungen

## Wissenschaftliche Publikationen (mit peer review-Verfahren)

2018

- Alisaac, E., J. Behmann, M.T. Kuska, H.W. Dehne, A.K. Mahlein: Hyperspectral quantification of wheat resistance to Fusarium head blight: Comparison of two Fusarium species. *European Journal of Plant Pathology* (2018) 152, 869-884, doi 10.1007/s10658-018-1505-9
- Behmann, J., K. Acebron, D. Emin, S. Bennertz, S. Matsubara, S. Thomas, D. Bohnenkamp, M.T. Kuska, J. Jussila, H. Salo, A.-K. Mahlein, U. Rascher: Specim IQ: Evaluation of a new, miniaturized handheld hyperspectral camera and its application for plant phenotyping and disease detection. *Sensors* (2018) 18, 441, doi 10.3390/s18020441
- Behmann J., D. Bohnenkamp, S. Paulus, A.-K. Mahlein: Spatial referencing of hyperspectral images for tracing of plant disease symptoms. *Journal of Imaging* (2018) 4, 143, doi 10.3390/jimaging4120143
- Brauer-Siebrecht, W., A. Jacobs, H.-J. Koch, J. Strassemeyer, B. Märkländer: Intensität und Risiko des chemischen Pflanzenschutzes beim Anbau von Zuckerrüben, Silomais und Winterweizen in Fruchtfolgen. *Journal für Kulturpflanzen* 70, 184-195, doi 10.1399/JFK.2018.08.02
- Gil, J. F., S. Liebe, H. Thiel, B.-L. Lennefors, T. Kraft, D. Gilmer, E. Maiss, M. Varrelmann, E.I. Savenkov: Massive up-regulation of LBD transcription factors and EXPANSINs highlights the regulatory programs of rhizomania disease. *Molecular Plant Pathology* (2018) 19, 2333-2348, doi 10.1111/mpp.12702
- Hallau, L., M. Neumann, B. Klatt, B. Kleinhenz, T. Klein, C. Kuhn, M. Röhrig, C. Bauckhage, K. Kersting, A.-K. Mahlein, U. Steiner, E.C. Oerke: Automated identification of sugar beet diseases using smartphones. *Plant Pathology* (2018) 67, 399-410, doi 10.1111/ppa.12741
- Hoffmann, C.M., C. Kenter: Yield potential of sugar beet – have we hit the ceiling? *Frontiers in Plant Science* (2018) 9, 289, doi 10.3389/fpls.2018.00289
- Hoffmann, C.M., M. Leijdekkers, J. Ekelöf, F. Vancutsem: Patterns for improved storability of sugar beet – importance of marc content and damage susceptibility of varieties in different environments. *European Journal of Agronomy* (2018) 101, 30-37, doi 10.1016/j.eja.2018.08.004
- Jacobs, A., H.-J. Koch, B. Märkländer: Preceding crops influence agronomic efficiency in sugar beet cultivation. *Agronomy for Sustainable Development* (2018) 38, doi 10.1007/s13593-017-0469-z
- Koch, H.-J., K. Trimpler, A. Jacobs, N. Stockfisch: Crop rotational effects on yield formation in current sugar beet production – Results from a farm survey and field trials. *Frontiers in Plant Science* (2018) 9, 231, doi 10.3389/fpls.2018.00231
- Kuska, M.T., J. Behmann, A.-K. Mahlein: Potential of hyperspectral imaging to detect and identify the impact of chemical warfare compounds on plant tissue. *Pure and Applied Chemistry* (2018), doi 10.1515/pac-2018-0102
- Kuska, M.T., J. Behmann, D.K. Großkinsky, T. Roitsch, A.-K. Mahlein: Screening of barley resistance against powdery mildew by simultaneous high-throughput enzyme activity signature profiling and multispectral imaging. *Frontiers in Plant Science* (2018) 9, 1074, doi 10.3389/fpls.2018.01074
- Kuska, M.T., A.-K. Mahlein: Aiming at decision making in plant disease protection and phenotyping by the use of optical sensors. *European Journal of Plant Pathology* (2018) 152, 987-992, doi 10.1007/s10658-018-1464-17
- Laufer, M., H. Mohammad, D.S. Christ, D. Riedel, E. Maiss, M. Varrelmann, S. Liebe: Fluorescent labelling of Beet necrotic yellow vein virus and Beet soil-borne mosaic virus for co-infection and super-infection experiments in *Nicotiana benthamiana*. *Journal of General Virology* (2018) 99, doi 10.1099/jgv.0.001122
- Laufer, M., H. Mohammad, E. Maiss, K. Richert-Pöggeler, M. Dall'Ara, C. Ratti, D. Gilmer, S. Liebe, M. Varrelmann: Biological properties of Beet soil-borne mosaic virus and Beet necrotic yellow vein virus cDNA clones produced by isothermal in vitro recombination: Insights for reassortant appearance. *Virology* (2018) 518, 25-33, doi 10.1016/j.virol.2018.01.029
- Mahlein, A.-K., M.T. Kuska, J. Behmann, G. Polder, A. Walter: Hyperspectral sensors and imaging technologies in phytopathology – state of the art. *Annual Review of Phytopathology* (2018) 56, 535-558, doi 10.1146/annurev-phyto-080417-050100
- Seuser, A., K. Kurnik, A.-K. Mahlein: Infrared thermography as a non-invasive tool to explore differences in the musculoskeletal system of children with Hemophilia compared to an age-matched healthy group. *Sensors* (2018) 18, 518, doi 10.3390/s18020518
- Thomas, S., J. Behmann, A. Steier, T. Kuska, O. Muller, U. Rascher, A.-K. Mahlein: Quantitative assessment of disease severity and rating of barley cultivars based on hyperspectral imaging in a non-invasive, automated phenotyping platform. *Plant Methods* (2018) 14, 45, doi 10.1186/s13007-018-0313-8
- Thomas, S., M.T. Kuska, D. Bohnenkamp, A. Brugger, E. Alisaac, M. Wahabzada, J. Behmann, A.-K. Mahlein: Benefits of hyperspectral imaging for plant disease detection and plant protection: A technical perspective. *Journal of Plant Disease and Protection* (2018) 125, 5-20, doi 10.1007/s41348-017-0124-6

## Publikationen aus dem IfZ

- Vogel, J., C. Kenter, C. Holst, B. Märländer: New generation of resistant sugar beet varieties for advanced integrated management of *Cercospora* leaf spot in Central Europe. *Frontiers in Plant Science* (2018) 9, 222, doi 10.3389/fpls.2018.00222
- Wetzel, V., V. Brault, M. Varrelmann. Production of a Beet chlorosis virus full-length cDNA clone by means of Gibson assembly and analysis of biological properties. *Journal of General Virology* (2018) 99, 1522-1527, doi 10.1099/jgv.0.001146
- Wirtz, I. P., M. Hauer-Jákli, D. Schenke, E. Ladewig, B. Märländer, U. Heimbach, J. Pistorius: Investigations on neonicotinoids in guttation fluid of seed treated sugar beet: Frequency, residue levels and discussion of the potential risk to honey bees. *Crop Protection* (2018) 105, 28-34, doi 10.1016/j.cropro.2017.11.004

### 2019

- Alisaac, E., J. Behmann, A. Rathgeb, P. Karlovsky, H.-W. Dehne, A.-K. Mahlein: Assessment of *Fusarium* infection and mycotoxin contamination of wheat kernels and flour using hyperspectral imaging. *Toxins* (2019) 11, 556; doi 10.3390/toxins11100556
- Behmann, J., D. Bohnenkamp, S. Paulus, A.-K. Mahlein: Spatial referencing of hyperspectral images for tracing of plant disease symptoms. *Journal of Imaging Special Issue „The Future of Hyperspectral Imaging“* (2019), Stefano Selci (ed.) 5, 74–86, doi 10.3390/jimaging4120143
- Bohnenkamp, D., M.T. Kuska, A.-K. Mahlein, J. Behmann: Hyperspectral signal decomposition and symptom detection of wheat rust disease at the leaf scale using pure fungal spore spectra as reference. *Plant Pathology* (2019) 19, doi 10.1111/ppa.13020
- Bohnenkamp, D., J. Behmann, A.-K. Mahlein: In-field detection of yellow rust in wheat on the ground canopy and UAV scale. *Remote Sensing* (2019) 11, 2495, doi 10.3390/rs11212495
- Brugger, A., J. Behmann, S. Paulus, H.-G. Luigs, M.T. Kuska, P. Schramowski, K. Kersting, U. Steiner, A.-K. Mahlein: Extending hyperspectral imaging for plant phenotyping to the UV-range. *Remote Sensing* (2019) 11, 1401, doi 10.3390/rs11121401
- Hoffmann, C.M.: Importance of canopy closure and dry matter partitioning for yield formation of sugar beet varieties. *Field Crops Research* (2019) 236, 75-84, doi 10.1016/j.fcr.2019.03.013
- Jacobs, A., H.-J. Koch, B. Märländer: Using preceding crop effects for climate smart sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivation. *European Journal of Agronomy* (2019) 104, 13-20, doi 10.1016/j.eja.2018.12.006
- Kuska, M.T., J. Behmann, M. Namini, E.C. Oerke, U. Steiner, A.-K. Mahlein: Discovering coherency of specific gene expression and optical reflectance properties of barley genotypes with differing resistance reactions against powdery mildew. *PLoS ONE* (2019), doi 10.1371/journal.pone.0213291
- Liebe, S., D. Wibberg, E. Maiss, M. Varrelmann: Application of a reverse genetic system for Beet necrotic yellow vein virus to study Rz1 resistance response in sugar beet. *Frontiers in Plant Science* (2019) 10, 1703, doi 10.3389/fpls.2019.01703
- Mahlein, A.-K., M.T. Kuska, J. Behmann, S. Paulus: New trends of digital technologies – opportunities for sugar beet cultivation. *International Sugar Journal* (2019) 121, 134-136
- Mahlein, A.-K., M.T. Kuska, S. Thomas, M. Wahabzada, J. Behmann, U. Rascher, K. Kersting: Quantitative and qualitative phenotyping of disease resistance of crops by hyperspectral sensors: seamless interlocking of phytopathology, sensors, and machine learning is needed! *Current Opinion in Plant Biology* (2019) 50, 156-162, doi 10.1016/j.pbi.2019.06.007
- Mahlein, A.-K., E. Alisaac, A. Al Masri, J. Behmann, H.-W. Dehne, E.-C. Oerke: Comparison and combination of thermal, fluorescence and hyperspectral imaging for monitoring *Fusarium* head blight of wheat on spikelet scale. *Sensors* (2019) 19, 2281, doi 10.3390/s19102281
- Meyer, M., D. Ott, P. Götze, H.-J. Koch, C. Scherber: Crop identity and memory effects on aboveground arthropods in a long-term crop rotation experiment. *Ecology and Evolution* (2019), doi 10.1002/ece3.5302
- Paulus, S.: Measuring crops in 3D: using geometry for plant phenotyping. *Plant Methods* (2019) 15, 103, doi 10.1186/s13007-019-0490-0
- Scheidt, S., J. Rüwald, F.A. Schildberg, A.-K. Mahlein, A. Seuser, D.C. Wirtz, C. Jacobs: A systematic review on the value of infrared thermography in the early detection of periprosthetic joint infections. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie* (2019), doi 10.1055/a-0969-8675
- Stephan, H., U. Böttcher, C.M. Hoffmann, K. Sieling, H. Kage: Evaluating the potential of winter beet in northern Germany by a simulation model. *European Journal of Agronomy* (2019), doi 10.1016/j.eja.2019.04.005

**Weitere Publikationen (wissenschaftliche Zeitschriften ohne peer review-Verfahren, Tagungsbände)**

**2018**

- Ebmeyer, H., C. Hoffmann: Genotypische Reaktion von Zuckerrüben auf unterschiedliche Trockenstressphasen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 151-152
- Götze, P., H.-J. Koch: Fruchtfolge- und Bewirtschaftungseffekte auf den Ertrag von Winterweizen im Systemversuch Hars-te. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 96-97
- Götze, P., Kenter, C., Wendt, M.J., Ladewig, E.: Übersicht zu Wirksamkeitsversuchen von Conviso® One in Zuckerrüben. Julius-Kühn-Archiv (2018) 458, 498-500
- Hoffmann, C.M.: Sugar beet from field clamps - harvest quality and storage loss. Sugar Industry (2018) 143, 639-647
- Hoffmann, C.M., M. Engelhardt, M. Gallmeier, M. Gruber, B. Märländer: Importance of harvesting system and variety for storage losses of sugar beet. Sugar Industry (2018) 143, 474-484
- Hossain, R., V. Wetzel, M. Ahmad, D. Knierim, W. Menzel, M. Varrelmann: Bestimmung der ersten vollständigen Sequenz eines Turnip yellows virus Isolates aus Raps deutscher Herkunft und Herstellung eines infektiösen cDNA-Vollängenklons mittels Gibson-Assembly zur Agrobakterium vermittelten Infektion. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 156-157
- Imbusch, F., T. Erven, M. Varrelmann: DNA-basierte Detektion und Quantifizierung des Sporenflugs von *Cercospora beticola* in Zuckerrüben im Zusammenhang mit dem Auftreten von Cercospora-Blattflecken. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 124-125
- Kenter, C., P. Götze, E. Ladewig: Methodische Untersuchungen zur Präzision von Sortenversuchen mit Zuckerrüben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 179-180
- Kleuker, G., C. Hoffmann: Methoden zur Erfassung der mechanischen Eigenschaften von Zuckerrüben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 171-172
- Koch, H.-J., M. Hauer-Jákli: Effect of trap crop cultivation on beet cyst nematode population, N supply and yield of sugar beet. In: Conference of the Association of Applied Biologists, Soil Improvement: Impact of Management Practices on Soil Function and Quality at the Sophi Taylor Conference Centre, National Institute of Agricultural Botany, Cambridge, UK, 16<sup>th</sup> October 2018. Aspects of Applied Botany (2018) 140, 23-29.
- Kuska, M.T., J. Behmann, M. Namini, D. Großkinsky, T. Roitsch, U. Steiner, E.-C. Oerke, A.-K. Mahlein: Untersuchungen von Gen- und Enzymaktivitäten und deren Einfluss auf die spektrale Reflexion während unterschiedlicher Gerste-*Blumeria graminis* f. sp. *hordei* Interaktionen. Julius-Kühn-Archiv 461 (2018), 210
- Ladewig, E., C. Buhre, C. Kenter, N. Stockfisch, M. Varrelmann, A.-K. Mahlein: Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau in Deutschland – Situationsanalyse 2018. Sugar Industry (2018) 143, 708-722
- Liebe, S., M. Varrelmann: Zuckerrübenlagerung vom Mikrobiom zum Transkriptom. Sugar Industry (2018) 143, 33-45
- Liebe, S., E. Maiss, M. Varrelmann: Einsatz eines reversen genetischen Systems bei Rizomania zum besseren Verständnis der Rz1 Resistenzüberwindung. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 522-523
- Mahlein, A.-K.: Nah- und Fernerkundungstechnologien zur Phänotypisierung von Nutzpflanzen - Beispiele aus dem Bereich Präzisionspflanzenschutz. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 6
- Mahlein, A.-K., M.T. Kuska: Optische Sensoren zur Entscheidungsfindung im Pflanzenschutz und für die Phänotypisierung. Agrarspectrum (2018) 50, 57-65
- Märländer, B., C. Hoffmann, H.-J. Koch, E. Ladewig, M. Niemann, N. Stockfisch, M. Varrelmann, A.-K. Mahlein: Nachhaltige Produktivitätssteigerung - ein Vierteljahrhundert Forschung für mehr Effizienz beim Anbau von Zuckerrüben. Sugar Industry (2018) 143, 200-217
- Nause, N., J. Strassemeyer, N. Stockfisch: Risikoabschätzung mit dem Indikatormodell SYNOPSIS basierend auf zuckerrübenspezifischen Pflanzenschutzmittel-Anwendungsdaten. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 368-369
- Roß, C., N. Stockfisch: Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau: Maschinenhacke und Mengen herbizider Wirkstoffe. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2018) 30, 102-103
- Stockfisch, N., N. Nause: Aspekte einer Systemanalyse zur Bewertung des CONVISIO® SMART Systems. Julius-Kühn-Archiv (2018) 458, 494-497
- Stockfisch, N., N. Nause: SWOT-Analyse für das CONVISIO® SMART-System im Zuckerrübenanbau. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 102-103
- Varrelmann, M., B. Märländer: Risk assessment for pesticide resistance in sugar beet pathogens, pests and weeds. Sugar Industry (2018) 143, 414-423
- Wetzel, V., M. Varrelmann: Das Rz2 kodierte R-Protein aus *Beta vulgaris* erkennt das Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) Transportprotein (TGB1) als Elicitor in *Nicotiana benthamiana* und löst Zelltod aus. Julius-Kühn-Archiv (2018) 461, 180-181

## Publikationen aus dem IfZ

### 2019

- Alisaac, E., J. Behmann, M.T. Kuska, H.W. Dehne, A.-K. Mahlein: Quantifying of wheat resistance to Fusarium head blight with hyperspectral imaging. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 144-150
- Barreto, A., S. Paulus, M. Varrelmann, A.-K. Mahlein: Detection of *Rhizoctonia solani* in sugar beet from leaves hyperspectral images on a single plant scale. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 55-61
- Bohnenkamp, D., J. Behmann, A.-K. Mahlein: Felddetektion von Blattkrankheiten des Weizens mit Hyperspektralsensoren. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 39-43
- Bohnenkamp, D., S. Paulus, A.-K. Mahlein: Geometrische und spektrale Erfassung von Bestandeseigenschaften zur Phänotypisierung von Zuckerrüben und Weizen. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, *Sugar Industry* (2019) 144, 30-35
- Brugger, A., J. Behmann, S. Paulus, U. Steiner, A.-K. Mahlein: Herausforderungen und Einschränkungen bei hyperspektralen Messungen im UV-Bereich. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 70-75
- Ebmeyer, H., C.M. Hoffmann: Früher Trockenstress: Auswirkungen auf Ertragsbildung und Qualität von Zuckerrüben. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, *Sugar Industry* (2019) 144, 3-13
- Ebmeyer, H., C.M. Hoffmann: Einfluss von Trockenstress auf Ertragsbildung und Qualität von Zuckerrüben. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* (2019) 31, 236-237
- Eini, O., N. Schumann, M. Varrelmann: Marker gene expression using a plant virus replicon derived from beet curly top Iran virus in *Beta vulgaris* and *Nicotiana benthamiana*. *International Advances in Plant Virology* (2019), 91
- Götze, P., H.-J. Koch: Fruchtfolgeleistungen im aktuellen Zuckerrübenanbau – Was können wir aus dem Fruchtfolgeversuch Harste nach 12 Jahren lernen? *Sugar Industry* (2019) 144, 604–612
- Götze P., H.-J. Koch: Der Einfluss von Fruchtfolge und Rübenblattdüngung auf den Vorrat an organischen Kohlenstoff im Systemversuch Fruchtfolge Harste. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* (2019) 31, 85-86
- Hoffmann, C.M.: Bedeutung des Blattwachstums für den Ertrag von Zuckerrübensorten. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* (2019) 31, 165-166
- Hossain, R., W. Menzel, M. Varrelmann: Viröse Vergilbung an Zuckerrüben – Biologie und Befallsrisiko. *Sugar Industry* (2019) 144, 665-672
- Hossain, R., V. Wetzel, M. Ahmad, D. Knierim, W. Menzel, M. Varrelmann: Detection of associated RNA in turnip yellows virus (tuYV)-infected oilseed rape and construction of cDNA full-length clones for agrobacterium mediated co-infiltration. *International Advances in Plant Virology* (2019), 90
- Imbusch, F., T. Erven, M. Varrelmann: Catch me if you can – Auf der Spur der *Cercospora*-Sporen. *Sugar Industry* (2019) 144, 730-738
- Jerratsch, S., A.W. Heckmann, S. Paulus, S. Herbold: Validierung der teilflächenspezifischen Ertragsprognose auf Basis maschinellen Lernens mit realen Ertragsmessungen auf einem Ackerbaubetrieb. *Bornimer Agrartechnische Berichte* (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 62–69
- Kenter, C., E. Ladewig: Lagerfähigkeit als Sorteneigenschaft von Zuckerrüben? – Versuchsergebnisse 2016-2018. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, *Sugar Industry* (2019) 144, 108-114
- Kleuker, G., C.M. Hoffmann: Method development for the determination of textural properties of sugar beet roots. *Sugar Industry* (2019) 144, 392–400
- Kleuker, G., C.M. Hoffmann: Einfluss der Gewebefestigkeit auf Beschädigung und Lagerungsverluste von Zuckerrüben. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, *Sugar Industry* (2019) 144, 89-97
- Kleuker, G., C.M. Hoffmann: Beschädigung und Lagerungsverluste bei unterschiedlicher Gewebefestigkeit von Zuckerrüben. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* (2019) 31, 155-156
- Laufer, D., C. Kenter, E. Ladewig: Einfluss von Fungizidstrategie und Sorte auf die Entwicklung von *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit in Zuckerrüben. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, *Sugar Industry* (2019) 144, 45-55
- Liebe, S., E. Maiss, M. Varrelmann: Application of a reverse genetic system for beet necrotic yellow vein virus to study Rz1 resistance breaking in sugar beet. *International Advances in Plant Virology* (2019), 28
- Liebe, S., E. Maiss, M. Varrelmann: Application of a reverse genetic system for Beet necrotic yellow vein virus and Beet soil-borne mosaic virus in sugar beet. *Journal of Sugar Beet Research* (2019) 56 (1&2), 72–73, doi 10.5274/Jsbr.56.1.41
- Mahlein, A.-K., M.T. Kuska, J. Behmann, S. Paulus: New trends of digital technologies – opportunities for sugar beet cultivation. *International Sugar Journal* (2019) 121, 134-136
- Müllender, M., S. Liebe, M. Varrelmann: Interaction of AUX/IAA proteins in sugar beet with the viral pathogenicity factor P25 of BNYVV. *International Advances in Plant Virology* (2019), 85

- Nause, N., T. Meier, C.M. Hoffmann: Tissue composition and arrangement in sugar beet genotypes of different tissue strength with regard to damage and pathogen infestation. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, Sugar Industry (2019) 144, 98-107
- Nause, N., Hoffmann, C.: Gewebeeigenschaften von Zuckerrüben mit unterschiedlicher Festigkeit. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2019) 31, 176-177
- Pfitzer, R., K. Schrameyer, R.T. Voegelé, J. Maier, C. Lang, M. Varrelmann: Ursachen und Auswirkungen des Auftretens von „Syndrome basses richesses“ in deutschen Zuckerrübenanbaugebieten. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, Sugar Industry (2019) 144, 70-80
- Roß, C., K. Trimpler, A.-K. Mahlein, N. Stockfisch: Entwicklungen im Zuckerrübenanbau und ihre Kommunikation in verschiedene Zielgruppen, Sugar Industry (2019) 144, 540-546
- Roß, C., K. Trimpler: Wissenschaftskommunikation zwischen Objektivität und Emotionen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2019) 31, 176-177
- Savian, F., M. Martini, P. Ermacora, L. Zuliani, S. Paulus, A.-K. Mahlein: Unsupervised clustering of remote sensing data from kiwifruit (*A. deliciosa* var. *Hayward*) orchards affected by kiwifruit decline. Bornimer Agrartechnische Berichte (2019), 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 102, 189-198
- Stracke, A., H.-J. Koch: Ober- und unterirdische Biomassebildung sowie N-Aufnahme von Zwischenfrüchten und dessen Einfluss auf den  $N_{min}$ -Verlauf. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2019) 31, 91-92
- Trimpler, K., C. Roß: Wie können wissenschaftliche Ergebnisse einer Betriebsbefragung im Zuckerrübenanbau für die Allgemeinheit aufbereitet werden? Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. (2019) 31, 174-175
- Wetzel, V., M. Varrelmann: Development of a transgenic heterologous plant system for characterization of an anti-viral plant resistance gene. International Advances in Plant Virology (2019), 113
- Wetzel, V., S. Liebe, M. Varrelmann: Current status of rhizomania resistance in sugar beet. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, Sugar Industry (2019) 144, 64-69
- Wilczek, U., B. Kulig, H.-J. Koch, R. Kälberloh, O. Hensel: Sensorsystementwicklung für eine beschädigungsarme Zuckerrübenenernte – Stand und Perspektiven. Sonderheft 14. Göttinger Zuckerrübenagung, Sugar Industry (2019) 144, 81-88

### Praxiszeitschriften

#### 2018

- Brauer-Siebrecht, W., B. Märländer: „Vermaisung“ – welche Alternative bietet die Zuckerrübe? Zuckerrübe (2018) Nr. 3, 28-31
- Hoffmann, C.: Gutes Roden ist die halbe Miete. Bauernzeitung (2018) Nr. 9, 22-24
- Koch, H.-J.: Zuckerrübenenernte im Fokus: Wie stark belastet sie unsere Böden? Zuckerrübe (2018) Nr. 1, 49-51
- Koch, H.-J., M. Hauer-Jákli: Welche Faktoren beeinflussen das Zwischenfruchtwachstum in Norddeutschland? Zuckerrübe (2018) Nr. 2, 24-27
- Ladewig, E.: Langzeitlagerung bei Zuckerrüben. Anforderungen an die Eigenschaften von Zuckerrüben ändern sich. dzz (2018) Nr. 5, 38-39
- Ladewig, E.: Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau. Zuckerrübe (2018) Nr. 6, 26-28
- Märländer, B., A.-K. Mahlein: Die Rübe startet durch. Zuckerrübe (2018) Nr. 5, 29-33
- Mahlein A.-K.: Digital gegen Krankheiten. DLG-Mitteilungen (2018) Nr. 10, 86-87
- Mahlein A.-K.: Pflanzenkrankheiten mit optischen Sensoren erkennen – Technologien mit viel Potential. Zuckerrübe (2018) Nr. 6, 29-31
- Nause, N., N. Stockfisch: Diskussionen über chemischen Pflanzenschutz – Ein Faktencheck. Zuckerrübe (2018) Nr. 3, 32-35
- Nause, N., N. Stockfisch: Faktencheck chemischer Pflanzenschutz. Zuckerrübenjournal (2018) Nr. 2, 11-13
- Roß, C., N. Nause, N. Stockfisch: Zielkonflikt auflösen – Bodenschutz und reduzierter Herbizideinsatz – Eine Analyse des Anbausystems Zuckerrübe. dzz (2018) Nr. 4, 30-31
- Trimpler, K., H.-J. Koch, N. Stockfisch: Mehr Zucker durch weite Fruchtfolgen? Bauernzeitung (2018) Nr. 9, 26-29
- Trimpler, K., H.-J. Koch, N. Stockfisch: Betriebsbefragung zum Rübenanbau – Mehr Zucker durch weitere Fruchtfolgen? Bauernblatt 26.05.2018, 39-41
- Trimpler K., H.-J. Koch, N. Stockfisch: Zuckerrübenanbau in Deutschland: Wie wirken Anbaupause und Vorfrucht auf den Ertrag? Pflanzenarzt (2018) Nr. 9-10, 26-28

## Publikationen aus dem IfZ

Varrelmann, M.: SBR - eine neue Krankheit in Rüben. Topagrar online, 27.09.2018

Varrelmann, M.: Eine neue Krankheit mit vielen offenen Fragen. Das „Syndrome Bassess Richesses“ (SBR) an Zuckerrübe in Deutschland. Zuckerrübe (2018) Nr. 5, 41-43

Vogel, J., C. Kenter, B. Märländer: Resistenz gegen Cercospora – Bedeutung für Anbau und Rentabilität. Zuckerrübe (2018) Nr. 4, 62-65

### 2019

Ebmeyer, H., C. Hoffmann: Früher Trockenstress beeinträchtigt Ertrag und Qualität. Zuckerrübe (2019) Nr. 6, 27-29

Kenter, C., E. Ladewig: Gibt es Sortenunterschiede bei der Lagerung? Zuckerrübe (2019) Nr. 6, 40-42

Koch H.-J., C. Roß, N. Stockfisch, A. Hoffmann: N-Versorgung von Zwischenfrüchten in Zuckerrübenfruchtfolgen. Zuckerrübe (2019) Nr. 4, 27-29

Ladewig, E.: Was tut sich bei Pflanzenschutzmitteln im Zuckerrübenanbau? dzz (2019) Nr. 4, 27-29

Laufer D., H.-J. Koch: Herbst-Streifenbearbeitung zu Zuckerrüben auf Lössboden. Erfahrungen aus einer dreijährigen Versuchsserie und Einfluss auf Wachstum und Ertrag. Landwirtschaft ohne Pflug (2019) Nr. 9/10, 30-35

Mahlein, A.-K., E. Ladewig: Das integrierte Sortenprüfsystem. Was leistet das Sortenprüfsystem in Deutschland und welchen Beitrag können EU-Sorten leisten? dzz (2019) Nr. 6, 22-23

Mahlein, A.-K., M. Varrelmann: Neue Züchtungstechnologien – mögliche Potentiale für die Zuckerrübe. dzz (2019) Nr. 4, 42-43

Menzel W., M. Varrelmann: Die viröse Vergilbung in Zuckerrüben. Zuckerrübe (2019) Nr. 2, 25-27

Pfitzer, R.: Zunehmende Bedrohung durch SBR – Aktuelle Erkenntnisse und Ansätze zur Kontrolle von SBR. dzz (2019) Nr. 3, 22-23

Stockfisch, N., A.-K. Mahlein: Das IfZ: Göttinger Agrarforschung mit Schwerpunkt Zuckerrübe – Vom jüngsten Blatt bis zur tiefsten Wurzelspitze – Welche Themen stehen hoch auf der Agenda? dzz (2019) Nr. 3, 27-29

Stockfisch, N., A.-K. Mahlein: Die Zukunft der Zuckerrübe durch Forschung gestalten. Zuckerrübe (2019) Nr. 4, 10-13

Stockfisch, N., A.-K. Mahlein: Forschung rund um die Rüben. Zuckerrübenjournal (2019), Nr. 4, 21-23

Trimpler, K., N. Stockfisch, B. Märländer: Anbaugestaltung – Vielfältiger und effizienter Rübenanbau – Nachhaltige Produktivitätssteigerung durch einen profitablen Anbau. dzz (2019) Nr. 2, 34-36

Varrelmann, M.: Kommt die Viröse Vergilbung 2019? Zuckerrübenjournal (2019) Nr. 1, 18-19

### Weitere Schriften und Dissertationen

Gummert, A., E. Ladewig, M. Varrelmann, C. Kenter, B. Märländer: Leitlinien des integrierten Pflanzenschutzes im Zuckerrübenanbau (2018), [https://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE\\_MASTER/content/IPS/Integrierter\\_Pflanzenschutz/Leitlinien\\_IPS/Leitlinie\\_IPS\\_zuckerruebe.pdf](https://www.nap-pflanzenschutz.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/IPS/Integrierter_Pflanzenschutz/Leitlinien_IPS/Leitlinie_IPS_zuckerruebe.pdf)

DLG-Ausschuss für Zuckerrüben, J. Fenner, B. Märländer, A.-K. Mahlein, H. Bleckwenn: Die Rübe startet durch. Merkblatt DLG 435 (2018), DLG e.V. (Hrsg.)

Brauer-Siebrecht, W.: Zuckerrüben und Silomais in Fruchtfolgen mit Winterweizen – Ertrag, Stickstoffdüngung und Pflanzenschutz. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2018, ISBN 978-3-7369-9716-5 bzw. als E-Book unter der ISBN-Nummer 978-3-7369-8716-6

Laufer, M.: Application of reverse genetic systems to study Beet soil-borne mosaic virus and Beet necrotic yellow vein virus molecular biology, the interaction of species and their use as biotechnological tool. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2018, ISBN 978-3-7369-9814-8 bzw. als E-Book unter der ISBN-Nummer 978-3-73698-814-9

**Poster**

**2018**

- Bartholomäus, A., S. Schulze, S. Mittler, H.-J. Koch, B. Märländer, M. Varrelmann: Effects of sugar beet cultivar, crop rotation and fungicide treatment on *Rhizoctonia solani* concentration in field soils. 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Brugger, A., J. Behmann, M.T. Kuska, U. Steiner, A.-K. Mahlein: Hyperspectral analysis of early host-pathogen interactions in the UV-range. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 15.-16.03.2018, Köln
- Ebmeyer, H., C. Hoffmann: Genotypische Reaktion von Zuckerrüben auf unterschiedliche Trockenstressphasen. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018, Kiel
- Hoffmann, C.M., M. Leijdekkers, J. Ekelöf, F. Vancutsem: Stability of the marc content of sugar beet varieties in different environments. 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Kenter, C., P. Götze, E. Ladewig: Methodische Untersuchungen zur Präzision von Sortenversuchen mit Zuckerrüben. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018, Kiel
- Kleuker, G., C. Hoffmann: Methoden zur Erfassung der mechanischen Eigenschaften von Zuckerrüben. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018, Kiel
- Koch, H.-J., M. Hauer-Jákli, S. Mittler, A. Windt: Effect of sugar beet variety type on population dynamics of *H. schachtii* and sugar beet yield in northern Germany 2013-2015. 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Liebe, S., E. Maiss, M. Varrelmann: Beet necrotic yellow vein virus and Beet soil-borne mosaic virus – how close is the relationship? 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Liebe, S., E. Maiss, M. Varrelmann: Einsatz eines reversen genetischen Systems bei Rizomania zum besseren Verständnis der Rz1 Resistenzüberwindung. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim
- Mahlein, A.-K.: Optical sensors for plant disease detection? 10<sup>th</sup> Indo-German Frontiers of Engineering Symposium, 24.-27.5.2018, Potsdam
- Mahlein, A.-K., R. Roscher, J. Dupuis, S. Paulus, H. Kuhlmann, J. Behmann: Hyperspectral 3D plant models of sugar beet. 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Namini, M., A. Brugger, M.T. Kuska, A.-K. Mahlein: Investigate compatible and incompatible interactions of barley-powdery mildew to identify molecular bioindicators for the screening of barley resistances. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 15.-16.03.2018, Köln
- Varrelmann, M., D. Christ, A. Schechert, W. Beyer, H. Uphoff, H. Tschoep, K. Bornemann, A. Windt, G. Schlinker: Attempts for the development of violet root rot infection bioassay in the greenhouse and field with *Helicobasidium purpureum* inoculation. 76. IIRB Kongress, 06.-08.06.2018, Deauville (F)
- Wetzel, V., M. Varrelmann: *Beta vulgaris* resistance protein Rz2 recognizes the Beet necrotic yellow vein virus RNA2 encoded movement protein TGB1 and triggers cell death. International Plant Immunity Symposium, 14.-15.06.2018, Göttingen

**2019**

- Alisaac, E., J. Behmann, H.-W. Dehne, A.-K. Mahlein: Identification and discrimination of Fusarium infection at spikelets of wheat: Suitability of different sensors. 19<sup>th</sup> International Reinhardtsbrunn Symposium on Modern Fungicides and Antifungal Compounds, 7.-11.04.2019, Friedrichroda
- Barreto, A., S. Paulus, M. Varrelmann, A.-K. Mahlein: Monitoring *Rhizoctonia solani* in sugar beet by hyperspectral images on a single plant scale. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 21.-22.03.2019, Kaiserslautern
- Ebmeyer, H., C. Hoffmann: Einfluss von Trockenstress auf Ertragsbildung und Qualität von Zuckerrüben. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Eini, O., N. Schumann, M. Varrelmann: Marker gene expression using a plant virus replicon derived from Beet curly top Iran virus in *Beta vulgaris* and *Nicotiana benthamiana*. Association of Applied Biologist” (AAB), International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Götze, P., H.-J. Koch: Der Einfluss von Fruchtfolge und Rübenblattdüngung auf den Vorrat an organischen Kohlenstoff im Systemversuch Fruchtfolge Harste. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Hoffmann, C.: Bedeutung des Blattwachstums für den Ertrag von Zuckerrübensorten. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin

## Publikationen aus dem IfZ

- Hossain, R., V. Wetzel, M. Ahmad, D. Knierim, W. Menzel, M. Varrelmann: Detection of associated RNA in Turnip yellows virus (TuYV)-infected oilseed rape and construction of cDNA full-length clones for agrobacterium mediated co-infiltration. Association of Applied Biologist (AAB), International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Kleuker, G., C. Hoffmann: Beschädigung und Lagerungsverluste bei unterschiedlicher Gewebefestigkeit von Zuckerrüben. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Menzel, W., M. Varrelmann: Studies on the occurrence and genetic variability of yellowing viruses in sugar beet. International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Müllender, M., S. Liebe, M. Varrelmann: Interaction of AUX/IAA proteins in sugar beet with the viral pathogenicity factor P25 of BNYVV. Association of Applied Biologist (AAB), International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Nause, N., C. Hoffmann: Gewebeeigenschaften von Zuckerrüben mit unterschiedlicher Festigkeit. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Trimpler, K., C. Roß: Ergebnisse aus einer Betriebsbefragung – Mit verschiedenen Zielgruppen kommunizieren. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Roß, C., K. Trimpler: Wissenschaftskommunikation zwischen Objektivität und Emotionen – Beispiel: Zuckerrübenanbau in der betrieblichen Praxis. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Stracke, A., H.-J. Koch: Ober- und unterirdische Biomassebildung sowie N Aufnahme von Zwischenfrüchten und dessen Einfluss auf den  $N_{min}$  Verlauf. 62. Tagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 10.-12.09.2019, Berlin
- Wetzel, V., M. Varrelmann: Development of a transgenic heterologous plant system for characterization of an anti-viral plant resistance gene. Association of Applied Biologist (AAB), International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Wetzel, V., M. Varrelmann: The anti Beet necrotic yellow vein virus resistance protein Rz2 from *Beta vulgaris* mediates resistance in transgenic *Nicotiana benthamiana*, Arbeitskreis Viruskrankheiten der Pflanze, 25.-26.03.2019, Göttingen

### Vorträge

#### 2018

- Götze, P.: Übersicht zu Wirksamkeitsversuchen von Conviso® One in Zuckerrüben. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.2. - 1.3.2018, Braunschweig
- Götze, P.: Fruchtfolge- und Bewirtschaftungseffekte auf den Ertrag von Winterweizen im Systemversuch Harste. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018
- Hoffmann, C.: Geringe Verluste bei langen Kampagnen - Anforderungen an Zuckerrüben. Frankfurter Landwirtschaftlicher Verein e.V., 17.01.2018, Frankfurt (Main)
- Hoffmann, C.: Möglichkeiten zur Verringerung der Lagerungsverluste von Zuckerrüben. Mitgliederversammlung des Anklamer Anbauerverbands für Zuckerrüben, 28.02.2018, Anklam
- Hoffmann, C.: Storage losses of sugar beet as affected by harvesting system and variety. 76. IIRB-Kongress, 06.06.2018, Deauville (F)
- Hoffmann, C.: Einfluss der Erntetechnik auf Lagerungsverluste bei Zuckerrüben. DNZ Ausschuss Rübenannahme, 02.03.2018, Clauen
- Hoffmann, C.: Sugar beet texture – importance for harvest and storage. ESST Scientific board, 30.05.2018, Berlin
- Hossain, R.: Bestimmung der ersten vollständigen Sequenz eines Turnip yellows virus Isolates aus Raps deutscher Herkunft und Herstellung eines infektiösen cDNA-Vollängenklons mittels Gibson-Assembly zur Agrobakterium vermittelten Infektion. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim
- Imbusch, F., T. Erven, M. Varrelmann: DNA-based detection and quantification of *Cercospora beticola* spore flight in sugar beet in relation to symptom appearance as well as disease development. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 15.-16.03.2018, Köln
- Imbusch, F.: DNA-basierte Detektion und Quantifizierung des Sporenflugs von *Cercospora beticola* in Zuckerrüben im Zusammenhang mit dem Auftreten von Cercospora-Blattflecken. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim
- Koch, H.-J.: Bodenverdichtung vermeiden beim Einsatz schwerer Landmaschinen - Grundlagen und Anwendung. Arbeitskreis Ackerbau Eschwege, 23.01.2018, Jestädt
- Koch, H.-J.: Coordinated trials Band spraying/hoeing 2014-2016 - Combining in-row herbicide spraying with between-row hoeing: efficacy of weed control, costs, sugar beet yield. Joint IIRB Study group meeting Agricultural Engineering & Weed Control, 15.05.2018, Zollikofen (CH)

- Koch, H.-J.: Sugar beet yield response to frequency of cultivation and preceding crop. 76. IIRB-Kongress, 05.06.2018, Deauville (F)
- Koch, H.-J.: Effect of trap crop cultivation on beet cyst nematode population, N supply and yield of sugar beet. Association of Applied Biologist Conference, 16.10.2018, Cambridge (UK)
- Ladewig, E.: Breeding progress and integrated pest management – case study *Cercospora beticola*. 76. IIRB-Kongress, 06.06.2018, Deauville (F)
- Märländer, B.: Anbaumangement – die hohe Schule des Ackerbaus. DLG-Wintertagung 2018, 21.02.2018, Münster
- Mahlein, A.-K.: Technologische Ansätze zur frühzeitigen Erkennung von Krankheiten und Schädlingen. Tagung des Kuratoriums für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, 24.01.2018, Gießen
- Mahlein, A.-K.: Der Integrierte Pflanzenschutz im digitalen Zeitalter – aktuelle Methoden und Entwicklungspotentiale. Beratertagung des Rheinischen Rübenbauverbandes, 31.01.2018, Düren
- Mahlein, A.-K.: Integrierter Pflanzenschutz im Zuckerrübenanbau – eine Frage der Balance. DLG-Wintertagung 2018, 21.02.2018, Münster
- Mahlein, A.-K.: Sensing Plant Diseases by non-invasive sensors – a focus on hyperspectral imaging. Bayer Vegetable Seeds, 18.04.2018, Nunhem, (NL)
- Mahlein, A.-K.: Exploring plant-pathogen interactions by optical sensors – applications for plant phenotyping & precision agriculture. Wissenschaftliches Kolloquium am Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik des Julius Kühn-Instituts, 08.05.2018, Braunschweig
- Mahlein, A.-K.: Optical sensors for the detection of biotic and abiotic stress in sugar beet – principles and case studies from different scales. 76. IIRB-Kongress, 05.06.2018, Deauville (F)
- Mahlein, A.-K.: Hyperspectral phenotyping of resistance of crop plants to plant pathogens – New insights and opportunities from the CropSense.net project. International Bioeconomy Conference „Bio meets Economy – Science meets Industry“, 27.06.2018, Halle (Saale)
- Mahlein, A.-K.: Den Zuckerrübenanbau effizient und nachhaltig für die Zukunft gestalten – Herausforderungen und Chancen für Forschung und Praxis. 25-jähriges Jubiläum der ARGE Nord, 20.06.2018, Wriedel-Schatensen
- Mahlein, A.-K.: Impulsreferat Pflanzenschutz im Rübenanbau. Zuckertagung, 19.06.2018, Berlin
- Mahlein, A.-K.: Integrated plant protection in sugar beet – challenges and prospects. Report Workshop Seed Treatment Evaluation under Regulation (EC) No 1107/2009, 17.09.2019, Brussels (B)
- Mahlein, A.-K.: Nah- und Fernerkundungstechnologien zur Phänotypisierung von Nutzpflanzen – Beispiele aus dem Bereich Präzisionspflanzenschutz. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018
- Mahlein, A.-K.: Pflanzenschutz 2030 – mit welchen Technologien können wir ihn betreiben? Adama, Digitale Technologien für den Pflanzenschutz – aktuelle Methoden und Entwicklungspotenziale, 08.11.2018, Magdeburg
- Mahlein, A.-K.: Optical sensors for the detection of biotic and abiotic plant stress. 19<sup>th</sup> Joint Meeting of the Section 'Breeding & Varietal Assessment' of the European Association for Potato Research (EAPR) and the EUCARPIA Section 'Potatoes' – EAPR 2018, 05.12.2018, Warnemünde
- Mahlein, A.-K.: Zuckerrübenanbau 4.0 – wie können digitale Technologien uns in der Zukunft helfen? Winterfachtagung Zuckerrübe, 19.12.2018, Einbeck
- Nause, N.: Risikoabschätzung mit dem Indikatormodell SYNOPS basierend auf zuckerrübenspezifischen Pflanzenschutzmittel-Anwendungsdaten. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim
- Nause, N.: SWOT-Analyse für das CONVISO® SMART-System im Zuckerrübenanbau. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim
- Paulus, S.: Analyse von Spektralbildern – Potential für die Landwirtschaft. Vortragstagung Altenburger Land, 11.12.2018, Altenburg
- Roß, C.: Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau: Maschinenhacke und Mengen herbizider Wirkstoffe. 61. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 25.-27.09.2018
- Roß, C.: Anbaupraxis von Zuckerrüben – Ergebnisse einer Betriebsbefragung. Vortragstagung Altenburger Land, 11.12.2018, Altenburg
- Stockfisch, N.: Aspekte einer Systemanalyse zur Bewertung des CONVISO® Smart Systems. 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, 27.2. - 1.3.2018, Braunschweig
- Stockfisch, N.: Sugar beet fertilization practices in Germany – the cases of N, P, K. Sugar Beet Research Center of Finland, 04.-05.12.2018, Paimio und Sökylä (FIN)
- Varrelmann, M.: Risk assessment for pesticide resistance in sugar beet pathogens, pests and weeds. 76. IIRB-Kongress, 06.06.2018, Deauville (F)

## Publikationen aus dem IfZ

- Varrelmann, M.: Co- and super-infection exclusion of Beet necrotic yellow vein virus and Beet soil-borne mosaic virus. ICPP-Kongress, 30.06.2018, Boston (USA)
- Wetzel, V.: *Beta vulgaris* resistance protein Rz2 recognizes the Beet necrotic yellow vein virus RNA2 encoded movement protein TGB1 and triggers cell death, Advances in plant virology, aab conference, 11.-13.03.2018
- Wetzel, V.: Das Rz2 kodierte R-Protein aus *Beta vulgaris* erkennt das Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) Transportprotein (TGB1) als Elicitor in *Nicotiana benthamiana* und löst Zelltod aus. 61. Deutsche Pflanzenschutztagung, 11.-14.09.2018, Hohenheim

### 2019

- Bohnenkamp, D., S. Paulus: Geometrische und spektrale Erfassung von Bestandeseigenschaften zur Phänotypisierung von Zuckerrüben und Weizen. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Ebmeyer, H.: Früher Trockenstress: Auswirkungen auf Ertragsbildung und Qualität von Zuckerrüben. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Götze, P.: Einfluss von Bestandesdichte und Reihenweite auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben. Naturland Ackerbau Tagung Noder-West 2019, 25.02 - 26.02.2019, Warendorf-Freckenhorst
- Götze, P.: Ertragsentwicklung und Ertragsstabilität von Zuckerrüben und Winterweizen in den ersten 12 Versuchsjahren des Systemversuchs Fruchtfolge in Harste. LTFE Meeting IOSDV/BonaRes, 18.3 -19.3.2019, Gießen
- Götze, P.: Fruchtfolgeleistungen im aktuellen Zuckerrübenanbau – Was können wir aus dem Fruchtfolgeversuch Harste nach 12 Jahren lernen? 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Hoffmann, C.: Physiological causes of yield and quality reduction of sugar beet under drought stress. IIRB Beet Quality & Storage Study group 23./24.04.2019, Paris, F
- Hoffmann, C.: Future requirements on sugar beet quality – going beyond the basics. 6<sup>th</sup> ESST/VDZ Conference, 26. - 29. Mai 2019, Poznan (PL)
- Hoffmann, C.M.: Gewebeeigenschaften von Zuckerrüben mit unterschiedlicher Festigkeit. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Hoffmann, C.: Lässt sich der Ertrag anhand des Blattwachstums von Zuckerrübensorten beurteilen? Arbeitskreis Pflanzenbau, 04.12.2019, Göttingen
- Hoffmann, C.: Can yield of sugar beet varieties be assessed by the leaf canopy? IIRB Plant & Soil Study group, 16.12.2019, Bergheim
- Hossain, R.: Viröse Vergilbung an Zuckerrüben – Biologie und Befallsrisiko. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Imbusch, F.: Comparison of different fungicide application criteria based on *Cercospora* leaf spot development and spore flight for *Cercospora* leaf spot control. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 21.-22.03 2019, Kaiserslautern
- Imbusch, F.: Relation between *Cercospora beticola* spore flight and leaf spot development after fungicide application according to disease thresholds and/or spore flight. 19<sup>th</sup> International Reinhardtsbrunn Symposium, 07.-11.04.2019, Friedrichroda
- Imbusch, F.: Catch me if you can – Auf der Spur der *Cercospora*-Sporen. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Kenter, C.: Lagerfähigkeit als Sorteneigenschaft von Zuckerrüben? – Versuchsergebnisse 2016-2018. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Kleuker, G.: Einfluss der Gewebefestigkeit auf Beschädigung und Lagerungsverluste von Zuckerrüben. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Koch, H.-J.: Zwischenfrüchte – Wasserhaushalt, Nematodenbekämpfung, Vorfruchtwirkung. Beratertagung Nordzucker, 25.09.2019, Uelzen
- Koch, H.-J.: Fruchtfolgen in Niedersachsen und Überlegungen zu deren Wirkungen im Ackerbau. 3. Sitzung der Arbeitsgruppe Acker- und Pflanzenbau zur Ackerbaustrategie Niedersachsen, 06.11.2019, Hannover
- Lauer, D.: Einfluss von Fungizidstrategie und Sorte auf die Entwicklung von *Cercospora*-Blattfleckenkrankheit in Zuckerrüben. 14. Göttinger Zuckerrüben Tagung, 05.09.2019, Göttingen
- Lauer, D.: Schädlingsbekämpfung im Zuckerrübenanbau in Deutschland – Situationsanalyse. FMC Fachtagung Zuckerrübe, 03.12.2019, Braunschweig
- Lauer, D.: Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenanbau in Deutschland - Situationsanalyse. FMC Fachtagung Zuckerrübe, 03.12.2019, Braunschweig

- Mahlein, A.-K.: Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung für Zuckerrübenanbau und -forschung. Verband baden-württ. Zuckerrübenanbauer e. V., Winterveranstaltung, 01.02.2019, Auenstein
- Mahlein, A.-K.: Sensing of wheat diseases in the field – an integrated approach from different scales. 19<sup>th</sup> International Reinhardtsbrunn Symposium, 07.-11.04.2019, Friedrichroda
- Mahlein, A.-K.: Phenotyping plant diseases and plant disease resistance by imaging sensors – an integrated approach across scales. PhenoRob-Seminar, 10.05.2019, Jülich
- Mahlein, A.-K.: Innovations in agriculture – how can sensors and robots support growing sugar beets. 6<sup>th</sup> ESST/VDZ Conference, 26. - 29. Mai 2019, Poznan (PL)
- Mahlein, A.-K.: Plant phenotyping by optical sensors and machine learning – benefits for plant breeding. CiBreed Workshop on Breeding Challenges and Opportunities in the Realm of Biotic Stress, 09.09.2019, Göttingen
- Müllender, M.: Causes and mechanisms for alterations in the sensitivity of *Cercospora beticola* towards DMI fungicides. Jahrestreffen der Arbeitskreise „Mykologie“ und „Wirt-Parasit-Beziehungen“ der DPG, 21.-22.03.2019, Kaiserslautern
- Paulus, S.: Accessing the plant architecture in 3D for plant phenotyping – recent approaches and requirements. 12. European Conference on Precision Agriculture (ECPA), 11.07.2019, Montpellier (F)
- Paulus, S.: 3D Scanning of plants and hyperspectral imaging. 5<sup>th</sup> Annual NPPN Workshop, Tech talks for plant phenotyping in the nordic countries, 20.11.2019, Lund (S)
- Paulus, S.: The challenge of sensing plant diseases in variety trials and for decision making in crop management. IIRB Seminar ‚Sensors and digital technologies in sugar beet production‘, 17.12.2019, Jülich
- Pfitzer, R.: Ursachen und Auswirkungen des Auftretens von „Syndrome basses richesses“ in deutschen Zuckerrübenanbaugebieten. 14. Göttinger Zuckerrübenanbaubetriebstagung, 05.09.2019, Göttingen
- Roß, C., K. Trimpler: Anbaupraxis von Zuckerrüben – Ergebnisse aus einer Betriebsbefragung. Nordzucker, 27.02.2019, Braunschweig
- Roß, C., K. Trimpler: Entwicklungen im Zuckerrübenanbau und ihre Kommunikation für verschiedene Zielgruppen. 14. Göttinger Zuckerrübenanbaubetriebstagung, 05.09.2019, Göttingen
- Varrelmann, M.: Application of a reverse genetic system for Beet necrotic yellow vein virus to study Rz1 resistance breaking in sugar beet. International Advances in Plant Virology 2019, 29.-31.10.2019, Rom (I)
- Varrelmann, M.: Herausforderungen und Optionen für eine integrierte Kontrolle von *Cercospora* in Zuckerrüben. KWS-Winterfachtagung, 12.12.2019, Einbeck
- Wetzel, V.: Rz2 - a plant virus resistance protein derived from *Beta vulgaris* targets the viral movement-protein TGB1 and is still functional in a heterologous model plant. Plant Science Student Conference, 18.-21.06.2019, IBP Halle (Saale)
- Wetzel, V.: Aktueller Wissensstand zur Rizomania-Resistenz in Zuckerrüben. 14. Göttinger Zuckerrübenanbaubetriebstagung, 05.09.2019, Göttingen

## Abstracts Dissertationen

**Brauer-Siebrecht, W.**

**Zuckerrüben und Silomais in Fruchtfolgen mit Winterweizen – Ertrag, Stickstoffdüngung und Pflanzenschutz. Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2018**

Silomais ist hinsichtlich des Anbaus als nachwachsender Rohstoff für die Biogasproduktion mengenmäßig nach wie vor das Hauptsubstrat in Deutschland. Da Silomais mit sich selbstverträglich ist, erfolgt auch der Daueranbau. Jedoch werden die Intensität des Anbaus und die damit verbundenen ökologischen Nachteile kritisch diskutiert. Als Alternative zum Einsatz von Silomais in Biogasanlagen können Zuckerrüben dienen, da diese aufgrund der stofflichen Zusammensetzung für die Vergärung in Biogasanlagen sehr gut geeignet sind. Weiterhin erfolgt der Anbau in Fruchtfolgen, z. B. mit der Marktfrucht Winterweizen, sodass positive ökologische Effekte und eine bessere gesellschaftliche Akzeptanz beim Anbau dieser Energiefruchtfolgen entstehen können. Dies wäre auch für die Umsetzung des Nationalen Biomasseaktionsplans von Vorteil. In der vorliegenden Arbeit wurden daher in den Versuchsjahren 2010-2014 die Fruchtfolgen (i) (Senf-) Zuckerrüben-Winterweizen-Winterweizen, (ii) (Senf-) Silomais-Winterweizen-Winterweizen, (iii) (Senf-) Silomais-Zuckerrüben-Winterweizen sowie die drei Kulturarten (iv) Zuckerrüben, (v) Silomais und (vi) Winterweizen im Daueranbau an den Versuchsstandorten Aiterhofen bei Straubing (Anbau von (i-iii) und (v)), Harste bei Göttingen (Anbau von (i-vi)) und Etdorf bei Halle (Anbau von (iv-vi)) untersucht.

Im ersten Teil der Arbeit wurde der Frage nachgegangen, welche Unterschiede sich hinsichtlich des Trockenmasse- und Methanhektarertrags zwischen Silomais und Zuckerrüben sowie dem Anbau in Fruchtfolgen (i-iii) bzw. im Daueranbau (iv-vi) ergaben. Datengrundlage für die Auswertung bildeten die Versuchsjahre 2011-2013. Der Trockenmasseertrag wurde in den Feldversuchen ermittelt, wohingegen der Methanhektarertrag berechnet wurde. Silomais (19,5-27,4 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) erreichte höhere Trockenmasseerträge als Zuckerrüben (10,7-23,0 t ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>). Da der Trockenmasseertrag maßgeblichen Einfluss auf den theoretischen Methanhektarertrag hat, lag auch dieser bei Silomais (6458-9388 Nm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) höher als bei Zucker-

## Publikationen aus dem IfZ

rüben (3729-7964 Nm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), wobei Ertragsunterschiede in einzelnen Jahren gering ausfielen. Vor allem beim Anbau in Energiefruchtfolgen mit der Marktfrucht Winterweizen können Zuckerrüben daher eine geeignete Alternative zu Silomais als Biogassubstrat sein.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde untersucht, welche Unterschiede sich in der Stickstoffbilanz, dem mineralischen Stickstoffvorrat im Boden vor Winter und der Stickstoffauswaschung zwischen Silomais und Zuckerrüben ergaben. Weiterhin wurden der Einfluss des Anbaus von Winterweizen und Senf sowie der Gestaltung der Fruchtfolge bewertet. Datengrundlage für diese Bewertung bildeten die Versuchsjahre 2012-2014 und die Fruchtfolgen (i-iii) an den Standorten Aiterhofen und Harste sowie der Daueranbau (v) am Standort Harste. Die Stickstoffbilanz und der mineralische Stickstoffvorrat im Boden wurden gemessen, die Stickstoffauswaschung mittels des Modells NDICEA kalkuliert. Für Silomais ergaben sich Stickstoffbilanzen von -35 bis 9 kg N ha<sup>-1</sup>, die der Zuckerrüben waren mit -21 bis 32 kg N ha<sup>-1</sup> etwas höher. Alle untersuchten Fruchtfolgen erreichten im dreijährigen Mittel eine Stickstoffbilanz < 30 kg N ha<sup>-1</sup>, wobei Silomais in der Fruchtfolge zur Senkung des dreijährigen Mittels führte. Die Stickstoffauswaschung zeigte die höchsten Werte in der Fruchtfolge (iii) (62 kg N ha<sup>-1</sup> 3a<sup>-1</sup>). Beim Anbau von Silomais und Zuckerrüben war die Auswaschung generell geringer als für Winterweizen und Senf. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Stickstoffbilanz und der mineralische Stickstoffvorrat im Boden vor Winter nur bedingt als Indikatoren für das Stickstoffauswaschungsrisiko eignen.

Im dritten Teil der Arbeit wurde die Intensität sowie das Risiko des Pflanzenschutzmitteleinsatzes beim Anbau von Silomais und Zuckerrüben bewertet. Hierzu wurden die Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Feldversuchen der Jahre 2011-2014 und die Fruchtfolgen (i-iii) sowie der Daueranbau (v) an den Standorten Aiterhofen und Harste verwendet. Als Indikator für die Intensität wurde der Behandlungsindex errechnet, das Umweltisiko wurde mittels des Modells SYNOPSIS kalkuliert. Der Anbau von Silomais zeigte im Vergleich den niedrigsten Behandlungsindex (1,6-2,2; nur Herbizide). Der höhere Behandlungsindex des Zuckerrübenanbaus (5,5-6,4) war bedingt durch eine höhere Applikation von insbesondere Herbiziden aber auch Fungiziden. Das Umweltisiko war weitestgehend tolerabel. In einigen Fällen konnte jedoch ein nicht tolerables akutes (> 0,1) und chronisches (> 1,0) Risiko beim Anbau von Silomais und Winterweizen ermittelt werden.

Mit Ausnahme des chronischen Risikos für das Umweltkompartiment „Boden“ lagen die Umweltisiken im Silomaisanbau über denen des Zuckerrübenanbaus. Hinsichtlich der Bewertung ganzer Fruchtfolgen ist zu erwarten, dass, trotz des hohen Behandlungsindex, der Anbau von Zuckerrüben in der Fruchtfolge das Umweltisiko senkt.

Abschließend ist festzuhalten, dass Zuckerrüben durch hohe Trockenmasse- und folglich hohe Methanhektarerträge eine geeignete Alternative zum Silomais als Biogassubstrat darstellen. Es zeigten sich in dieser Arbeit nur geringe Umweltwirkungen durch Stickstoffdüngung und den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel beim Anbau von Zuckerrüben als auch Silomais in Fruchtfolgen. Dem Daueranbau, der für Silomais wegen hoher Selbstverträglichkeit erfolgen kann, ist eine vielfältige Fruchtfolge aus pflanzenbaulicher Sicht stets vorzuziehen, um zur Erhöhung der Biodiversität in der Landschaft beizutragen.

**Lauer, M.**

**Application of reverse genetic systems to study Beet soil-borne mosaic virus and Beet necrotic yellow vein virus molecular biology, the interaction of species and their use as biotechnological tool.**

**Dissertation, Cuvillier Verlag Göttingen, 2018**

The close relatives Beet soil-borne mosaic virus (BSBMV) and Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) represent plant viruses of the genus Benyvirus (family: *Benyviridae*). Both species induce diseases on sugar beet (*Beta vulgaris*) with different symptom severity and tissue colonisation. BSBMV produces leaf mosaic symptoms; BNYVV is the causal agent of rhizomania. In contrast to BNYVV, which is mainly restricted to the root system, BSBMV can colonise sugar beet systemically. While BNYVV in sugar beet is controlled by plant resistance, so far no natural BSBMV resistance is known. However, the BNYVV resistances are limited, since the BNYVV resistance gene Rz1, does not target BNYVV A-type isolates, carrying a mutation on RNA3, anymore. Naturally, both viruses can occur in mixed infections in sugar beet. Information on possible antagonistic interactions is still very limited. So far, there is no information about the tissue colonisation and exclusion mechanism by both species available. Moreover, a formation of reassortants and recombinants are unknown, but it can be expected that this would influence the virus evolution. Thus, the aims of this thesis were to generate infectious cDNA clones of BSBMV and BNYVV for agroinoculation of different host plants. Also, to perform reassortants experiments with BSBMV and BNYVV A-type to assess the viability and consequences of reassortants. Moreover, it was the aim to find a suitable cloning site for fluorescence labelling, without losing the functionality of the recombinant virus, to study the molecular interaction of BSBMV and BNYVV on cellular level. Lastly, another aim was to develop a virus-induced gene-silencing (VIGS) system based on BSBMV and BNYVV.

A Californian isolate of BSBMV was extracted from *C. quinoa* virus-induced local lesion and the single components were amplified and assembled as one fragment (RNA3 and RNA4), two fragments (RNA2) or as three fragments (RNA1). Vectors suitable for agroinoculation of all genome components of BSBMV were constructed by using the approach of Gibson assembly.

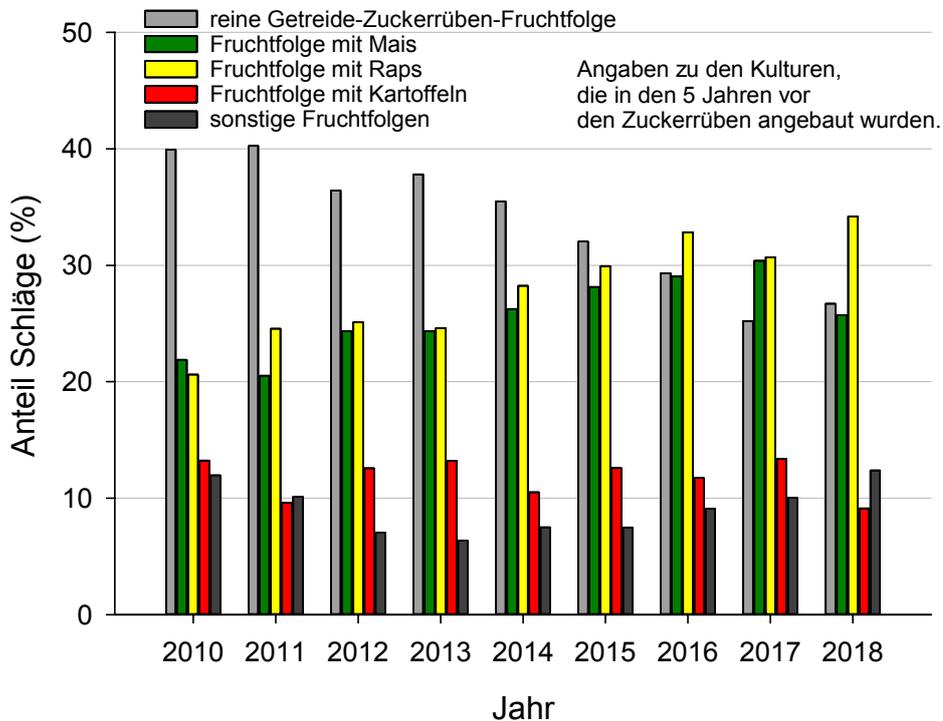
The functionality of the recombinant virus was demonstrated by displaying a comparable symptom expression to the wild-type in different host plants, displaying characteristic virus particles and replication of all components as well as transmission by *P. betae*. *N. benthamiana* symptoms inoculated with BSBMV RNA1+RNA2 or BSBMV RNA1-RNA4, respectively, were undistinguishable. This leads to the assumption that systemic movement and symptom induction are not affected by the smaller genomic RNA species. The generated BSBMV sequences were compared with the published sequences of the characterised BSBMV isolates (originating from Texas, USA; D'Alonzo et al., unpublished; D'Alonzo et al., 2012; Ratti et al., 2009) and EA (originating from Colorado, USA; Lee et al., 2001). The sequence comparisons revealed in a closer

sequence similarity at nucleotide level over all RNA components of the Californian BSBMV isolate to isolate MRM06 than EA. To study a possible interaction of both viral species during mixed infection, an artificial formation of reassortants of BSBMV and BNYVV were conducted. Plant infection was performed by means of agroinoculation. Results demonstrated that *in vitro* reassortants (BSBMV RNA1 + BNYVV RNA2 and *vice versa*) were viable and capable to systemically infect *N. benthamiana*. Agroinoculation of *B. macrocarpa* with BSBMV and BNYVV RNA1-2, respectively, did not lead to systemic infection. However, when RNA3 was supplemented to the inocula systemic movement occurred for both viruses. Moreover, small genomic RNAs were exchangeable and resulted in systemic spread. To understand the colonisation strategy of the two benyviruses, a labelling of individual genome components was required. Therefore, several strategies have been tested to find a suitable cloning site. Finally, a nearly complete replacement of the read-through domain on RNA2 resulted in a successful labelling of both viruses. Contrary to Schmitt et al. (1992), Haeberlé et al. (1994) and Erhardt et al. (2001), electron microscopy revealed a partial overcoat of virus particles with the fluorescent marker protein, demonstrating that the read-through domain is dispensable for particle formation. The monomeric red fluorescent protein (mRFP) and different green fluorescent proteins (GFP) were used as fluorescent markers.

*N. benthamiana* and *B. macrocarpa* were agroinoculated and local as well as systemically infected leaves were analysed by means of epi-fluorescence microscopy and confocal laser scanning microscopy. The labelled clones were infectious, moved systemically and produced wild-type like symptoms. Striking was the uneven distribution of smRS-GFP and GFPuv in small bright clusters for both viruses. This problem was partly solved due to a mutation from alanine to lysine at amino acid position 206 (A206K). Co-infection experiments with labelled BSBMV and BNYVV showed that both viruses remained spatially separated. In contrast, a mixture of BSBMV with an unrelated virus either Potato virus X (PVX) or Tobacco rattle virus (TRV) resulted in no co-infection exclusion. Moreover, super-infection exclusion experiments confirmed the results generated by the co-infection experiments. This demonstrated a possible antagonism between BNYVV and BSBMV. In addition, a virus-induced gene-silencing (VIGS) system based on BSBMV and BNYVV was developed. Therefore, RNA2 (position as described above) of both viruses were equipped with fragments of the magnesium chelatase subunit H (chlH; 549 bp) and phytoene desaturase (pds; 578 bp) genes in sense and in antisense orientation. Silencing phenotypes in *N. benthamiana* induced by both target genes were comparable to those described in the literature. The silencing effect on transcript levels of ChlH and PDS was analysed by means of qRT-PCR. The qRT-PCR analysis showed a significant reduction of ChlH and PDS mRNA level in infected *N. benthamiana* compared to the non-inoculated control plants, except for BSBMV equipped with ChlH. The data show that BSBMV and BNYVV are suitable candidates for VIGS in *N. benthamiana*. The next step would be to apply the VIGS system to *B. vulgaris* to study the exact role and function of different genes e.g. resistance genes in sugar beet, genes influencing host-virus interaction or functions associated with the virus.

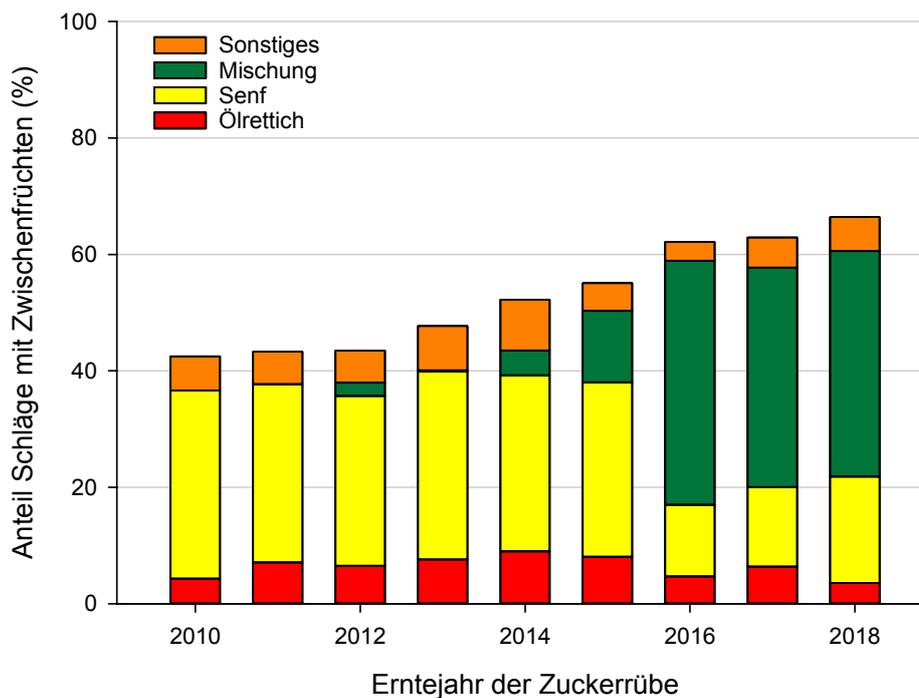
## Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

### Wie entwickeln sich die Fruchtfolgen mit Zuckerrüben?



Ergebnissen aus der Betriebsbefragung zur Produktionstechnik im Zuckerrübenanbau 2010 – 2018 (seit 2010, jährlich über 300 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

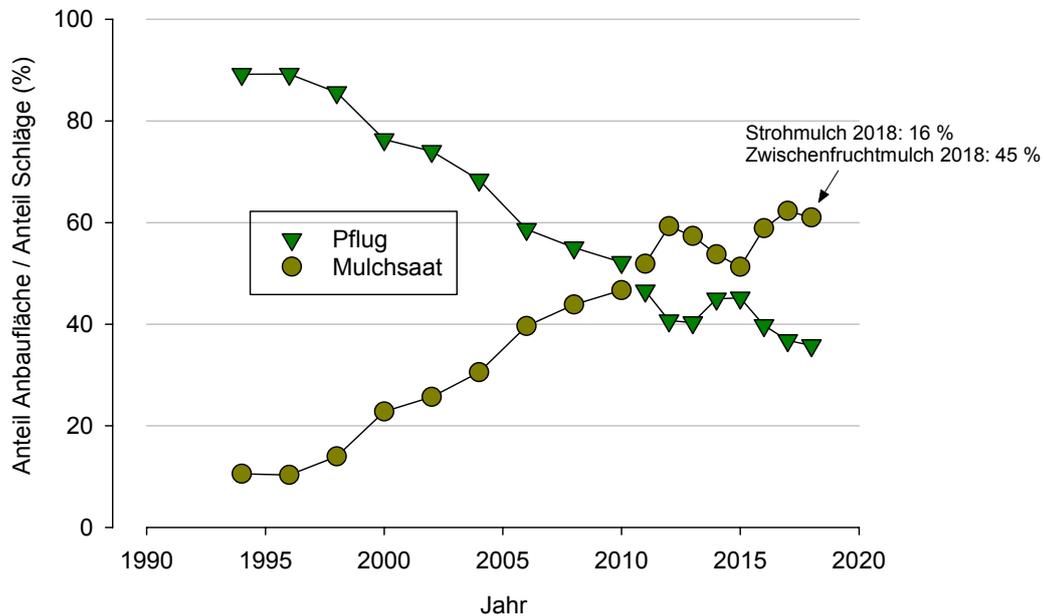
### Welche Zwischenfrüchte werden im Herbst vor den Zuckerrüben angebaut?



Ergebnissen aus der Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich über 300 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

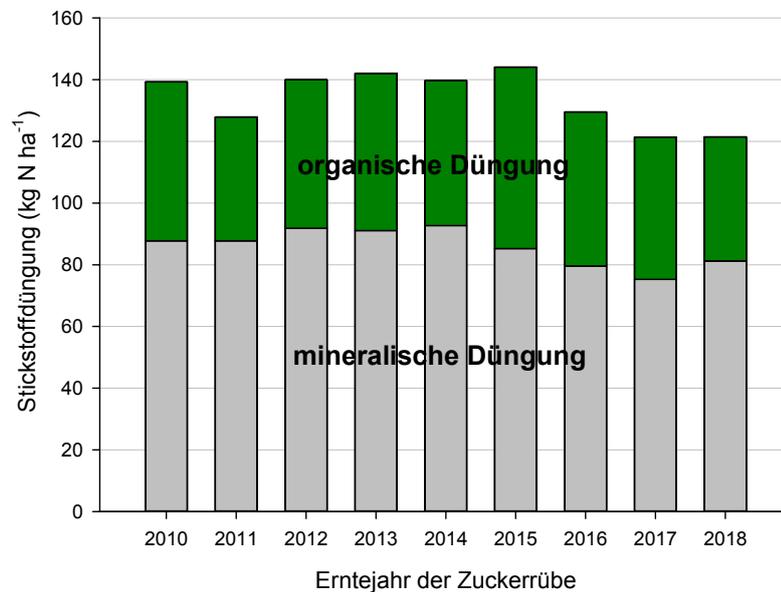
## Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland

### Zu welchem Anteil werden Zuckerrüben in Zwischenfrucht- oder Strohmulch gesät?



Ergebnisse aus einer Expertenschätzung (1994-2010; geschätzte Anbaufläche) kombiniert mit Ergebnissen aus der Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich über 300 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb)

### Wie hoch ist die N-Düngung zu Zuckerrüben?



#### Bewertung der Dünger

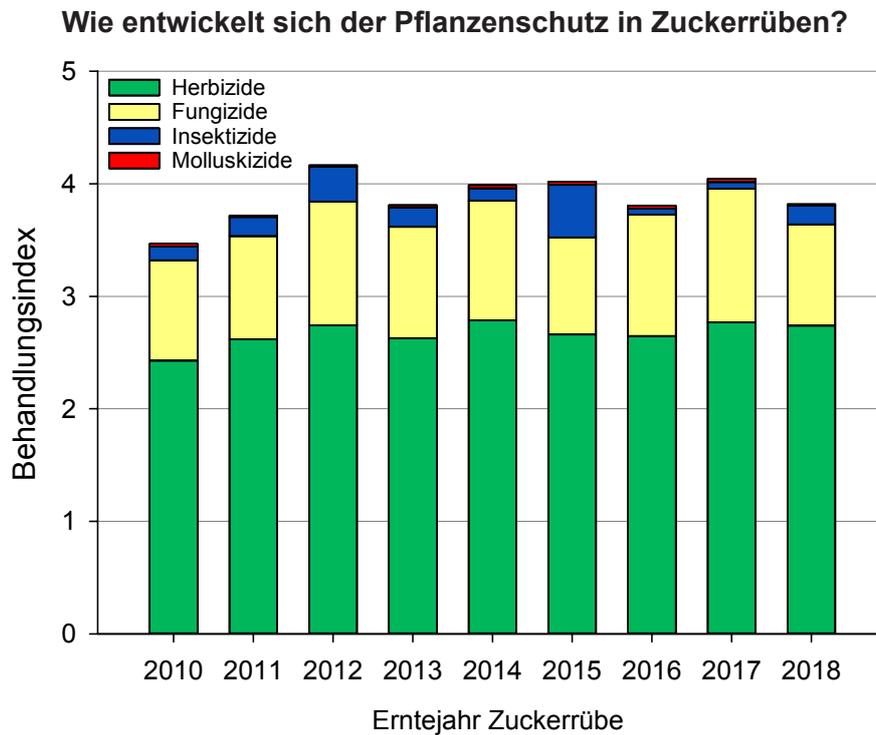
Es sind alle Dünger einschließlich der Düngung im Herbst / zur Zwischenfrucht berücksichtigt.

mineralisch: N-Gehalt

organisch: nach Gesamt-N-Gehalt  
abzüglich Ausbringungsverluste

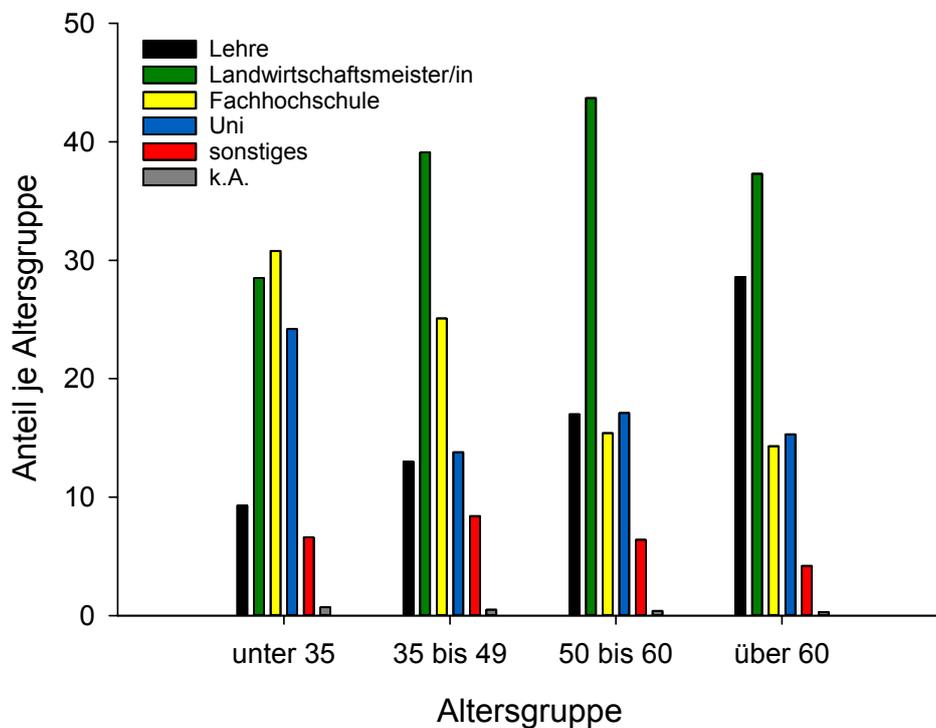
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich über 300 Betriebe, Angaben für den größten Schlag im Betrieb, Mittelwerte über alle Schläge eines Befragungsjahres)

## Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland



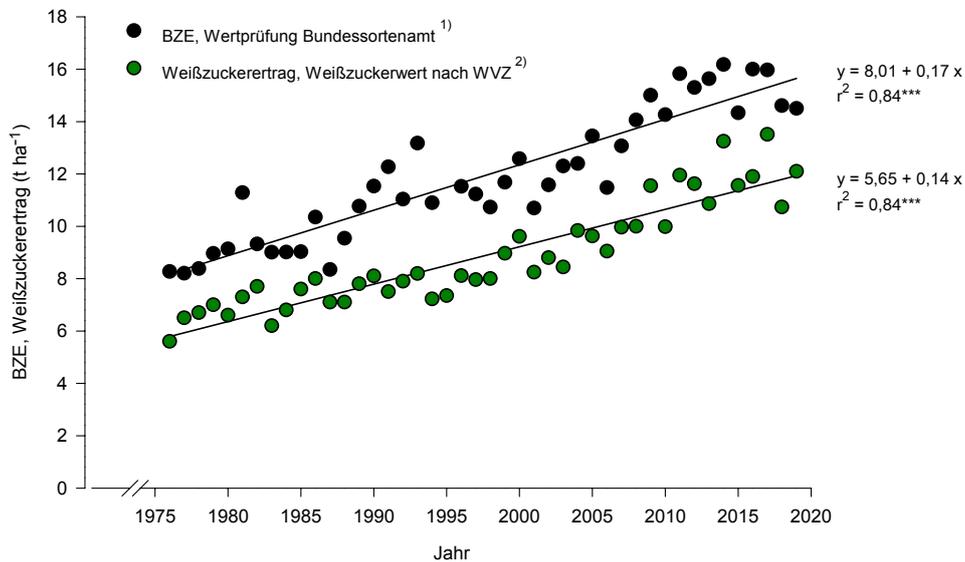
Ergebnisse aus der Betriebsbefragungen (PAPA-Erhebung (<https://papa.julius-kuehn.de>) mit Angaben für den größten Schlag in jährlich über 300 Betrieben)

### Welche Ausbildung dominiert in welcher Altersgruppe der Betriebsleiter?



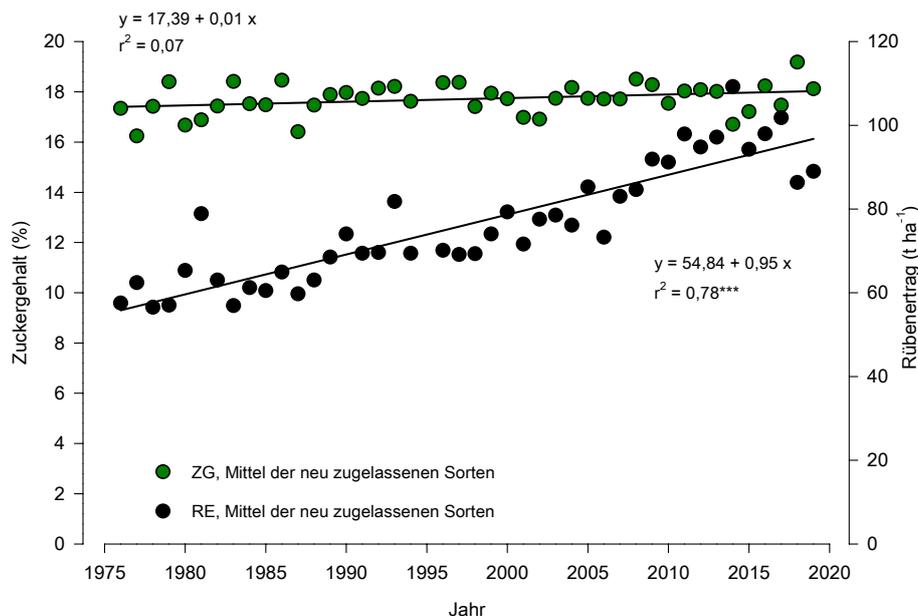
Ergebnisse aus der Betriebsbefragung (seit 2010, jährlich über 300 Betriebe), Zusammenfassung der Daten von 2010 - 2018

## Entwicklung von Bereinigtem Zuckerertrag, Weißzuckerertrag und Melassebildnern, Zuckergehalt und Rübenenertrag 1976-2019



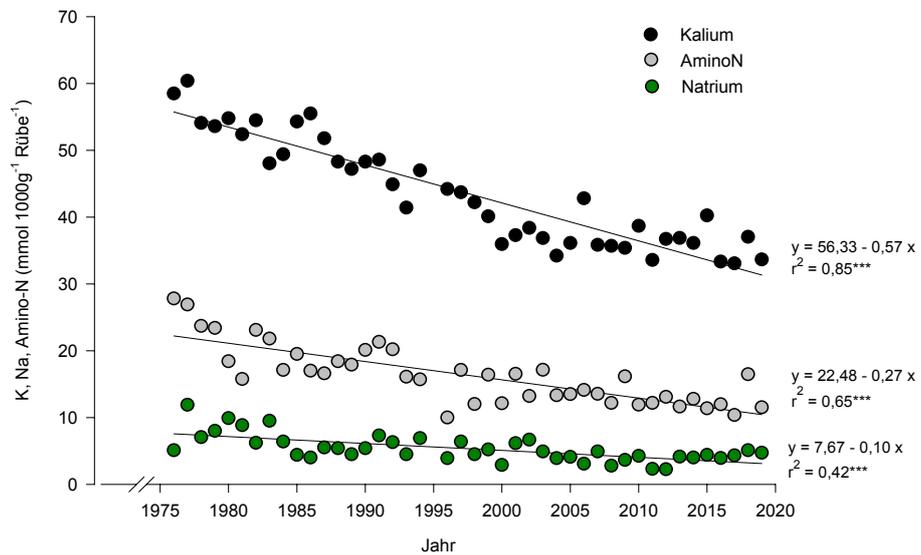
### Bereinigter Zuckerertrag (BZE) der vom Bundessortenamt neu zugelassenen Sorten im Vergleich zum Weißzuckerertrag (WVZ) von 1976-2019

- 1) Zulassungsjahre 2004-2008 ohne Sorten mit Nematoden- oder Rhizoctoniatoleranz.  
Ab dem Zulassungsjahr 2009 mit Nematodentoleranz / -resistenz, aber ohne Rhizoctoniatoleranz.
- 2) Weißzuckerertrag = tatsächlich erzeugter Zucker, zur Vergleichbarkeit bis 1992 nur Daten alte Bundesländer, ab 1993 gesamtes Bundesgebiet



### Zuckergehalt (ZG) und Rübenenertrag (RE) im Mittel der neu zugelassenen Sorten Wertprüfungen des Bundessortenamtes 1976-2019

## Kennzahlen zum Zuckerrübenanbau in Deutschland



Entwicklung des Kalium-, Natrium- und Amino-N-Gehaltes (Mittel der zugelassenen Sorten) von Zuckerrüben; Wertprüfung des Bundessortenamtes 1976-2019

## Gremien

Stand: April 2020

### Mitglieder des Institutsausschusses

Claus-Friso Gellermann	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Lars Gorissen	Nordzucker AG, Braunschweig
Dr. Thomas Kirchberg	Südzucker AG, Mannheim
Dr. Dierk Martin	Südzucker AG/ZAFES, Obrigheim Pfalz
Matthias Sauer	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Rainer Schechter	Südzucker AG, Mannheim
Dr. Hermann Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Alexander Ungru	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
ständige Gäste:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Dr. Maria Niemann, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Dr. Nicol Stockfisch, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen
Vorsitzender:	Dr. Thomas Kirchberg, Südzucker AG, Mannheim

### Mitglieder des Koordinierungsausschusses

Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauerverband e.V., Bonn
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Alexander Matthies	Zuckerrübenanbauerverband Könnern, Könnern
Dr. Alexander Ungru	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dr. Andreas Windt	Nordzucker AG, Braunschweig
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenanbauerverband Südniedersachsen e.V., Hildesheim
Raik Wrobel	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Klaus Ziegler	Verband Fränkischer Zuckerrübenanbauer e.V., Eibelstadt
ständiger Gast:	Stefan Lehner, Wirtschaftliche Vereinigung Zucker, Berlin
Sprecherin:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

### Mitglieder der Arbeitskreise des Koordinierungsausschusses

#### Arbeitskreis Sorten

Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Dr. Peter Kasten	Rheinischer Rübenbauer-Verband Bonn e.V., Bonn
Dr. Jens Loel	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Könnern
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Frank Schmitz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Dirk Wollenweber	Zuckerrübenbauerverband Südniedersachsen e.V., Hildesheim
Raik Wrobel	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Dr. Klaus Ziegler	Verband Fränkischer Zuckerrübenbauer e.V., Eibelstadt
ständiger Gast:	Dr. Richard Manthey, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecherin:	Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

#### Arbeitskreis Pflanzenbau

Dr. Rudolf Apfelbeck	Verband Bayerischer Zuckerrübenbauer e.V., Barbing
Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Stefan Büsching	Rübenbauer- und Aktionärsverband Nord e.V., Uelzen
Dr. Christian Lang	Verband der Hessisch-Pfälzischen Zuckerrübenbauer e.V., Worms
Heinz Leipertz	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Jülich
Simon Luyven	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Christian Mielke	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Sprecher:	Dr. Heinz-Josef Koch, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

#### Arbeitskreis Pflanzenschutz

Harald Bauer	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Worms
Clemens Eßer	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
Alfons Lingnau	Arbeitsgemeinschaft Zuckerrübenanbau, Bonn
Cord Linnes	Zuckerrübenbauverbände Magdeburg e.V. und Niedersachsen Ost e.V., Klein Wanzleben
Dr. Johann Maier	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Dr. Maria-Elisabeth Meer-Rohbeck	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln
Georg Sander	Nordzucker AG, Uelzen
Axel Schulze	Anklamer Anbauerverband für Zuckerrüben e.V., Nordwestuckermark
Andreas Sonnenberg	Nordzucker AG, Schladen
Sprecher:	Dr. Erwin Ladewig, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen Prof. Dr. Mark Varrelmann, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

## Arbeitskreis Feldversuche

Harald Bauer	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Worms
Stephen Baumgarten	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland, Braunschweig
Udo Beiersdorff	Agrartest GmbH, Rosenow
Clemens Eßer	Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, LIZ Koordinationsstelle, Köln
Jürgen Fiest	ARGE für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz, Heilbronn a. N.
Jürgen Helms	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaus in Norddeutschland e.V., Uelzen
Hermann-Josef Keutmann	Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe (LIZ), Könnern
Andreas Krumholz	Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenbau, Mannheim
Alfons Lingnau	ARGE Zuckerrübenanbau, Bonn
Christoph Ott	ARGE für das Versuchswesen in Franken, Eibelstadt
Jan Schumacher	Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam
Gerald Wagner	ARGE zur Förderung des Zuckerrübenanbaues Regensburg, Barbing
ständiger Gast:	Dr. Richard Manthey, Bundessortenamt, Referat 214, Hannover
Sprecher:	Dr. Erwin Ladewig, Institut für Zuckerrübenforschung, Göttingen

## Koordinierte Versuchsvorhaben 2018

## KA-Versuche

Arbeitskreis	Versuch	Anzahl			Anz. Parz. bei ARGE
		Varianten	Orte	Parzellen	
<b>Sorten</b>	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS)	10 <sup>1)</sup>	18	720	280
	Sortenleistungsvergleich (SV)	28	24	2.688	2.464
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	9	8	288	288
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N)	13 <sup>1)</sup> /20	18/13	1.976	1.352
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh)	6 <sup>1)</sup>	9	216	72
	Sortenvergleich Produktionsrichtung (SVP)	20	6	480	400
	SV - Lagerung (aus SV)	20	3		
	Methodische Untersuchung - Conviso Smart - Systemtestung	10	4	160	80
	Methodische Untersuchung - Aphanomyces	28	2	224	224
	Methodische Untersuchung - Schosser (Großparzellen)	9	2	18	18
<b>Pflanzenschutz</b>	Ringversuch Herbizide	11	10	440	440
	Internationaler Ringversuch Insektizide	10	6 +13	760	240
	KA Tefluthrin (Streifenanlage)	4	5	20	16
	Ringversuch Fungizide - Mittelprüfung	9	7	252	252
	Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement	10	4	160	160
<b>Summe</b>			<b>8.402</b>	<b>6.286</b>	

<sup>1)</sup> ohne Verrechnungs- und Vergleichssorten, integriert in WP

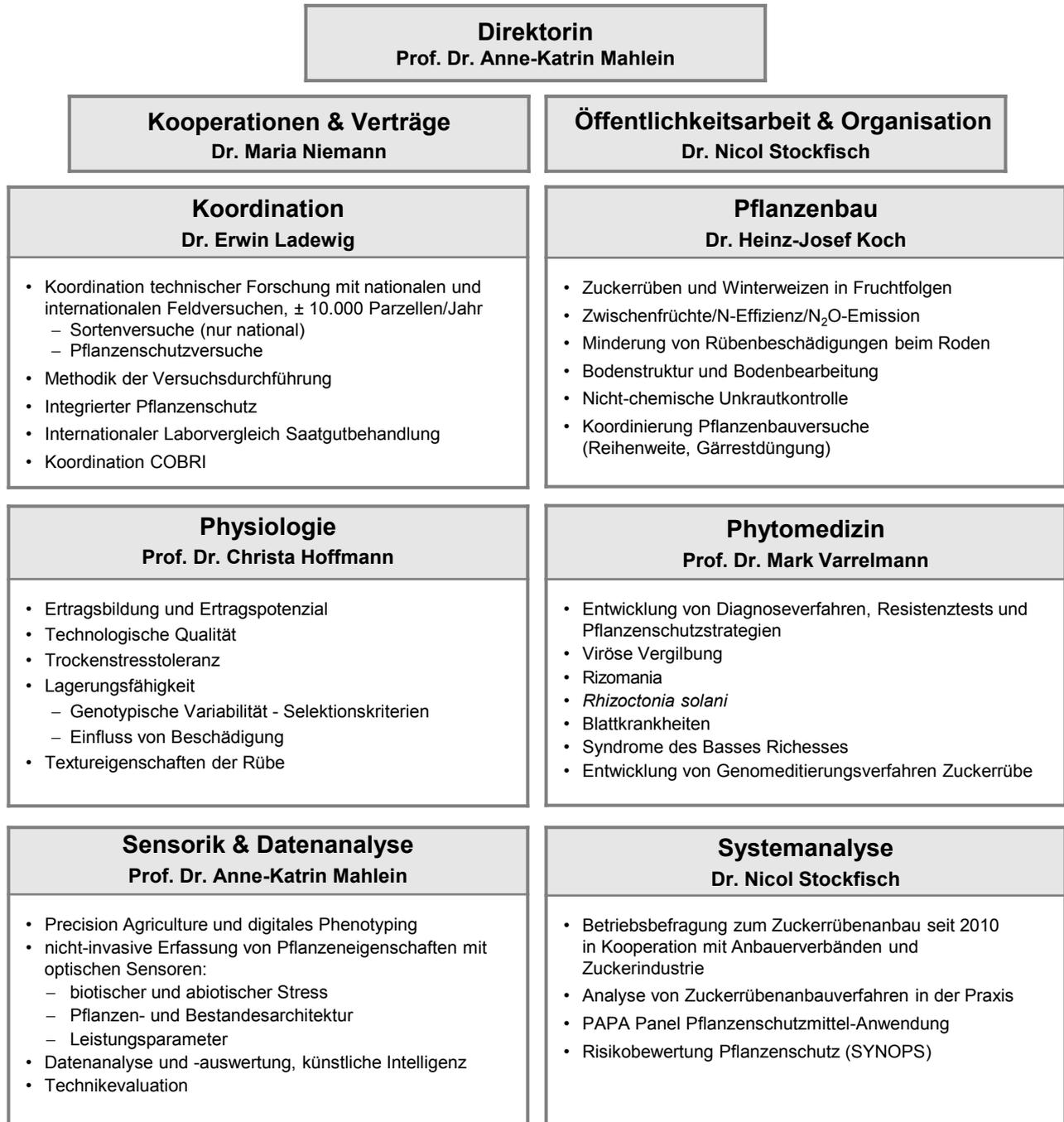
## Koordinierte Versuchsvorhaben 2019

## KA-Versuche

Arbeitskreis	Versuch	Anzahl			Anz. Parz. bei ARGE
		Varianten	Orte	Parzellen	
<b>Sorten</b>	Leistungsvergleich Neuer Sorten (LNS)	8 <sup>1)</sup>	18	576	224
	Sortenleistungsvergleich (SV)	33	13	1.716	2.772
	Spezieller Sortenleistungsvergleich als Anhang zum Sortenleistungsvergleich (SSV)	9	9	324	324
	Sortenleistungsvergleich mit Nematodenbefall (SV-N)	10 <sup>1)</sup> /17	17/12	1.496	1056
	Sortenleistungsvergleich mit Rhizoctoniabefall (SV-Rh)	7 <sup>1)</sup>	9	252	84
	Methodische Untersuchung - Aphanomyces	21	2	168	168
<b>Pflanzenschutz</b>	Ringversuch Herbizide	14	11	616	616
	Ringversuch Fungizide - Mittelprüfung	6	7	168	168
	Ringversuch Fungizide - Resistenzmanagement	10	4	160	160
	Ringversuch Insektizide - Mittelprüfung	6	4	48	48
	KA Insektizide Tefluthrin	5	7	140	140
<b>Summe</b>			<b>5.664</b>	<b>5.760</b>	

<sup>1)</sup> ohne Verrechnungs- und Vergleichssorten, integriert in WP

## Arbeitsgebiete Institut für Zuckerrübenforschung



**Wir danken den nachfolgend aufgeführten Institutionen und Firmen für die Förderung einzelner Forschungs- und Entwicklungsvorhaben**

**I. im IfZ:**

BASF SE, Limburgerhof  
Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld  
Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn  
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin  
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin  
Cosun Beet Company GmbH & Co. KG, Anklam  
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn  
Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V., Bonn  
Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation e.V., Bonn  
Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Damme  
HOLMER Maschinenbau GmbH, Schierling/Eggmühl  
Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau, Ochsenfurt  
KWS SAAT SE & Co. KGaA, Einbeck  
Nordzucker AG, Braunschweig  
Pfeifer & Langen GmbH & Co. KG, Köln  
ROPA Fahrzeug- und Maschinenbau GmbH, Herrngiersdorf  
SESVANDERHAVE N. V., Tienen, Belgien  
Südzucker AG, Mannheim

**II. in Zusammenarbeit mit den regionalen Arbeitsgemeinschaften:**

ADAMA Deutschland GmbH, Köln  
BASF SE, Limburgerhof  
Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld  
Belchim Crop Protection Deutschland GmbH, Burgdorf  
Betaseed GmbH, Frankfurt/M  
Cheminova Deutschland GmbH & Co. KG (FMC Agricultural Solutions), Stade  
Certis Europe B.V., Hamburg  
Dow AgroSciences GmbH (Corteva Agriscience), München  
ISK Bioscience Europe N.V., Selm  
KWS SAAT SE & Co. KGaA, Einbeck  
Mitsui Chemicals Agro, Inc., Tokyo  
Nufarm Deutschland GmbH, Köln  
SESVANDERHAVE N. V., Tienen, Belgien  
Strube GmbH & Co. KG, Söllingen  
Syngenta Agro GmbH, Maintal  
Syngenta Crop Protection AG, Basel, Schweiz  
UPL Deutschland GmbH, Brühl  
W. Neudorff GmbH KG, Emmerthal

**III. in Zusammenarbeit mit COBRI:**

Bayer CropScience Deutschland GmbH, Langenfeld  
Monsanto Europe S.A., Brussels

**Herausgeber:**

Institut für Zuckerrübenforschung  
Holtenser Landstraße 77  
D-37079 Göttingen

Postfach 4051  
D-37030 Göttingen

E-Mail: [mail@ifz-goettingen.de](mailto:mail@ifz-goettingen.de)  
[www.ifz-goettingen.de](http://www.ifz-goettingen.de)

**Textredaktion und Layout:** Lina Francke-Weltmann, Maria Niemann

**Druck:**

Goltze Druck GmbH & Co. KG, Hans-Böckler-Str. 7, 37079 Göttingen,  
2020

**ISBN:**